مستقبل الطاقة

د. / عصام خليل

دراسات مستقبلية

سلسلة غير دورية تعنى بتقديم الإجتهادات الفكرية والعلمية ذات التوجه المستقبلي

رئيس التحرير : د. أحمد شوقى

مدير التحرير : أحمد أمين



المكتبة الأكاديمية

كراسات مستقبلية

سلسلة غير دورية تصدرها المكتبة الأكاديمية تعنى بتقديم الاجتهادات الفكرية والعلمية ذات التوجه المستقبلى

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقى   مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات : المكتبة الأكاديمية

١٢١ ش التحرير الدقى – القاهرة – ت : ٣٤٨٥٢٨٢ – فاكس : ٣٤٩١٨٩٠

مستقبل الطاقة

كراسات مستقبلية

سلسلة غير دورية تصدرها المكتبة الأكاديمية تعنى بتقديم الاجتهادات الفكرية والعلمية ذات التوجه المستقبلى

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقى   مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات : المكتبة الأكاديمية

١٢١ ش التحرير الدقى - القاهرة - ت : ٣٤٨٥٢٨٢ - فاكس : ٣٤٩١٨٩٠

مستقبل الطاقة

مستقبل الطاقة

ENERGY FUTURE

تأليف

أ.د. عصام الدين خليل حسن

أستاذ الطاقة

كلية الهندسة - جامعة القاهرة - القاهرة

الناشر

المكتبة الاكاديمية

١٩٩٩

حقوق النشر

المكتبة الاكاديمية

١٢١ شارع التحرير – الدقى – القاهرة

تليفون : ٣٤٨٥٢٨٢ / ٣٤٩١٨٩٠

فاكس : ٣٤٩١٨٩٠ – ٢٠٢

هذه السلسلة :

تزايدت فى السنوات الأخيرة ، عمليات إصدار كراسات تعالج فى مقال تفصيلى طويل (Monograph) موضوعاً فكرياً أو علمياً هاماً . وتتميز هذه الكراسات بالقدرة على متابعة طوفان الإتجاهات والمعارف الجديدة ، فى عصر يكاد أن يحظى باتفاق الجميع على تسميته بعصر المعلومات .

تعتمد هذه الميزة على صغر حجم الكراسات نسبياً بالمقارنة بالكتب ، وتركيز المعالجة وتماسك المنهج والإطار . ولأهمية الدراسات المستقبلية فى هذه الفترة التى تشهد تشكيلاً متسارعاً لملامح عالم جديد ، سعدت بموافقة المكتبة الأكاديمية وحماسة مديرها العزيز الأستاذ / أحمد أمين لإصدار « كراسات مستقبلية » كسلسلة غير دورية مع تشريفى برئاسة تحريرها .

والملامح العامة لهذه السلسلة ، التى تفتح أبوابها لكل المفكرين والباحثين العرب، تتلخص فى النقاط التالية :

انطلاق المعالجة من توجه مستقبلى واضح (Future-oriented) أى أن يكون المستقبل هو الإطار المرجعى للمعالجة ، حيث يستحيل استعادة الماضى ، ويعانى الحاضر من التقادم المتسارع بمعدل لم تشهده البشرية من قبل .

الالتزام بمنهج علمى واضح يتجاوز كافة أشكال الجمود الإيديولوچى ، مع رجاء ألا تتعارض صرامة المنهج مع تيسير المادة وجاذبية العرض .

الابتكارية Creativity المطلوبة فى الفكر والفعل معاً ، فى زمان صارت النصيحة الذهبية التى تقدم فيه للأفراد والمؤسسات : تجدد أو تبدد Innovate or evaporate !!

الإلمام العام بمنجزات الثورة العلمية والتكنولوجية ، التى تعد قوة الدفع الرئيسية فى تشكيل العالم ، مع استيعاب تفاعلها مع الجديد فى العلوم الاجتماعية والإنسانية، من منطلق الإيمان بوحدة المعرفة .

مقارنة الموضوعات المختلفة سواء أكانت علمية أو فكرية مؤلفة أو مترجمة ، من منظور التنمية الشاملة والموصولة أو المستدامة Comprehensive and Sustainable Development ، التى تتعامل مع الإنسان كجزء من منظومة الكوكب ، بل والكون كله .

كراسات هذه السلسلة تستهدف تقديم رؤيتنا لمستقبل العالم من منطلق الإدراك الواعى لأهمية التنوع الثقافى ، التى لا تقل عن أهمية التنوع البيولوجى الذى يحتفى به أدبيات التنمية الموصولة . إننا نقدم رؤيتنا كمصريين وعرب ومسلمين وجنوبيين للبشرية كلها دون ذوبان أو عزلة ، فكلاهما مدمر ومستحيل .

هذه الكراسة :

تطرح رؤية مؤلفها الدكتور عصام الدين خليل ، الأستاذ بكلية الهندسة ، جامعة القاهرة في موضوع من أهم الموضوعات المستقبلية . وللدكتور عصام كتاب مبسط عن تكنولوچيا الليزر ، وثلاثة كتب بالإنجليزية عن محطات القوى والأفران ومبادئ الاحتراق ، وقد ترجم أحدهم إلى الصينية . هذا بالإضافة إلى المشاركة فى تأليف كتابين عن انتقال الحرارة فى الأفران ومعدات هندسة القوى . وقد حصل المؤلف على جائزة الدولة التشجيعية عام ١٩٨٠ .

والدكتور عصام الدين خليل ذو رؤية واقعية ، تجعله يركز على المستقبل المنظور، وعلى ما هو متاح فعلاً أمام البشر من إمكانات وموارد وفرص لإدارتهما ؛ لذلك لن نجد الكثير عن حلم الطاقة النظيفة غير المحدودة ، الناجمة عن الاندماج النووى مثلا. ومع زيادة التأكيد على صعوبة الاستشراف بعيد المدى ، لا يمكن أن نستبعد المدخل الواقعى فى سيناريوهات المستقبل . إن هذه الكراسة يمكن أن توصف بثقة بأنها « علمية / مستقبلية » وواقعية أيضاً لا تهمل التاريخ ، فى حديثها عن الحاضر والمستقبل . وهى مطروحة للقارئ المهتم بالطاقة بجانب المتخصص ، الذى يثريها بالحوار ، أو بكراسة أخرى تبحر بنا إلى المستقبل الأبعد ، وفى كل خير .

احمد شوقى

المحتـــويـــــات

الصفحة

الفصل الأول

تعريفـــــــــات

طبيعة الطاقة
Nature of Energy

إن نظرة عابرة للطبيعة من حولنا تظهر لنا بعض الأمثلة لاستغلال الطاقة وهى القدرة على الشغل . إن القدرة على تحريك الأشياء والأجسام وإحداث تغيير فى حالة المواد ، مثل : الحركة وتسخين الأجسام الباردة وإضاءة الأماكن المظلمة . ومن الأمثلة العديدة البسيطة من حولنا نرى :

أن الشمس تضئ وتسخن الأرض التى نعيش عليها .

وأن الرياح تتسبب فى حركة الأشجار والنباتات وانثنائهما .

وأن المياه تنحدر فى الأراضى المرتفعة إلى السهول المنخفضة بسرعة كبيرة مدمرة تجرف كل شيء أمامها أو تتحرك ببطء شديد .

وأن الإنسان يبذل طاقة فى القفز والجرى وجذب الأجسام .

وتظهر **تأثيرات الطاقة** على البيئة والمجتمع فى الأمثلة الأولية التالية :

١ - الطاقة من الشمس تختزن فى النباتات والفاكهة ويستغلها الإنسان كغذاء وفى بعض الأحيان كوقود .

٢ - تتكون السحب من قطرات مياه تجتذب إلى الهواء الجوى بفعل حركة الشمس.

ويمكن **تقسيم الطاقة الأولية** إلى : طاقة حركية وطاقة موضعية ، أما **الطاقة الحركية** فهى الناتجة من حركة الأجسام واختلاف السرعات بين نقطتى البداية والنهاية .

وأما الطاقة الموضعية فهى فى حالة سكون وتخزين فى انتظار استغلالها . ومثال ذلك فوق المنسوب للمياه أعلى الجبال وفى الوديان حيث يمكن استغلال الطاقة الموضعية للمياه أعلى الجبال فى الحصول على طاقة حركية دورانية نتيجة سقوط المياه من المستوى الأعلى إلى المستوى الأسفل .

الانواع الأولية للطاقة:

١) طاقة الضوء — Light Energy

٢) الطاقة الحرارية — Heat Energy

٣) الطاقة الميكانيكية — Mechanical Energy

٤) الطاقة الكيميائية — Chemical Energy

٥) الطاقة الكهربائية Electrical Energy

٦) الطاقة النووية Nuclear Energy

الطاقة الحرارية

Heat Energy

وتعتمد فى الأساس على طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسى كما فى الطاقة الضوئية فنحن عندما نجلس بجوار نار مشتعلة من مدفأة نجد من الطاقة : الطاقة الضوئية فى صورة ضوء والطاقة الحرارية فى صورة حرارة منبعثة .

وكما سبق أن أشرنا فإن الضوء ينتقل عن طريق الإشعاع فقط . ونجد أن الحرارة تنتقل من موقع إلى آخر بأسلوب من الأساليب الثلاثة التالية :

١ – **الإشعاع الحرارى** : (Thermal Radiation) ويعتمد على إشعاع موجات حرارية ذات مستويات مختلفة من الطاقة عند درجات حرارة مختلفة .

٢ – **الحمل الحرارى** : Convection وينتج عن حركة المائع وتنتقل الحرارة نتيجة انتقال دوران وسريان المانع أو الهواء الساخن وتستمر هذه الحركة الدوامية إلى أن يستقر الجميع فى درجة حرارة واحدة متساوية .

ومثال : تسخين مياه فى قارورة يوضح لنا أن المياه الباردة تتحرك إلى أسفل لأنها صاحبة الكثافة الأعلى على حين تتحرك المياه الساخنة إلى أعلى وتحل محلها المياه الباردة .

٣ – **التوصيل الحرارى** : Conduction وفيه تنتقل الحرارة بالتأثير الجزيئى حيث تتحرك الجزيئات الساخنة بسرعة كبيرة وتصطدم ببعضها وتندفع الجزيئيات الساخنة إلى تلك الجزيئيات الباردة ويتم تبادل الحرارة معها وامتصاص جزء من سرعة حركتها ويتم تكرار هذا الفعل إلى أن تصبح جميع الجزيئيات عند ذات درجة الحرارة .

الطاقة الكيميائية

Chemical Energy

جزيئيات العديد من المواد تحتوى على الطاقة الكيميائية فالنباتات النامية تجمع الطاقة من أشعة الشمس وثانى أكسيد الكربون من الهواء المحيط والمواد العضوية والمياه من التربة ويقوم النبات بتجميع هذه الطاقة وتحويلها كيميائياً إلى جزيئيات جديدة تكون لب النبات ولحاءه . وهذه الطاقة المختزنة تتحرر عند حرق النبات . فمثلاً عند حرق الخشب تنتج كميات كبيرة من الطاقة الحرارية التى يمكن استغلالها لإدارة آلة حرارية لتوليد الطاقة الميكانيكية ، كما سيرد تفصيلاً فيما بعد .

وهذا الاحتراق يعيد ترتيب الجزئيات ويتسبب فى تحرر الطاقة والضوء فى صورة طاقة إشعاعية والبقايا المتخلفة ؛ فهى إحدى القضايا المهمة التى سنوليها اهتماماً فى فصل آخر كملوثات للبيئة . ويعتبر البترول والزيت والغاز الطبيعى أمثلة أخرى من الطاقة الكيميائية المختزنة .

الطاقة الميكانيكية
Mechanical Energy

وهى شكل من أشكال الطاقة وهى التى نعتقد ببساطة أنها المسئولة عن بذل الشغل : ويستخدم هذا اللفظ للاستدلال على الطاقة الحركية المستغلة Harnessed Kinetic Energy فجميع الأجسام التى تتحرك تبذل طاقة ميكانيكية ؛ كى تتغلب على المقاومة التى تحاول الأجسام بها أن تبقى فى حالة حركة ، وهى ما تلقب عادة بالقدرة الذاتية Inertia .

الطاقة الكهربائية
Electrical Energy

وهى الطاقة التى تنتج عنها تنجذب الجزيئيات السالبة إلى الجزيئيات الموجبة الشحنة وتسمى الجزيئيات سالبة الشحنة بالإلكترونيات Electrons بينما تسمى الجزيئيات موجبة الشحنة بالبروتونات Protons . ويسبب التجاذب بينهما سريان الطاقة ، وهذا السريان يمكن أن يحدث ضوءاً إذا مر خلال سلك رفيع من مواد قابلة للتوهج كما فى المصابيح الكهربائية .

كذلك يمكن أن يسبب هذا الفيض الكهربائى فى محرك كهربائى إدارة الجزء الدوار Rotor وبالتالى دوران الماكينة .

الطاقة النووية
Nuclear Energy

وهى الطاقة المتحررة فى بعض الذرات عند انشطارها وهذه الطاقة المتحررة يمكن استخدامها فى التفجيرات مثل : القنبلة الهيدروجينية مثلا أو يمكن التحكم فى الطاقة المتحررة وتوجيهها إلى تسخين مياه فى مرجل بخارى تستخدم لإدارة توربين بخارى فى محطة توليد كهرباء .

الفصل الثانى

مصادر الطاقة المختلفة

تتنوع مصادر الطاقة المتاحة على وجه الأرض ، ويمكن تقسيم هذه المصادر إلى أنواع : الوقود الحفرى والوقود النووى والطاقة المتجددة .

١ - انواع الوقود الحفرى :

يمكن تقسيم الوقود الحفرى إلى المصادر التالية :

أولاً : الفحم ، ويوجد فى باطن الأرض فى صورة طبقات تكونت عبر الزمن ، وتختلف جودة الفحم من منطقة إلى أخرى ، حسب تكوينه الكيميائى ، ونسب الشوائب والمواد القابلة للاشتعال فيه ، والمواد المتطايرة منه .

ويقدر المخزون من مصادر الفحم بمختلف أنواعه من العالم كله بحوالى $١٠^{١٣}$ طن فحم معادل ، ويقدر الاحتياطى المتاح اقتصاديا حاليا بطرق التنجيم المعروفة بحوالى ٧٠٠ بليون طن فحم معادل .

ويتكون الفحم بنسب متفاوتة من : كربون ، وكبريت ، وإسفلت ، ورواسب ، وأكثر الفحم يوجد فى صور مختلفة ، فمنه المطحون ، والمقطع ومنه فحم الكوك والنواعم الأخرى .

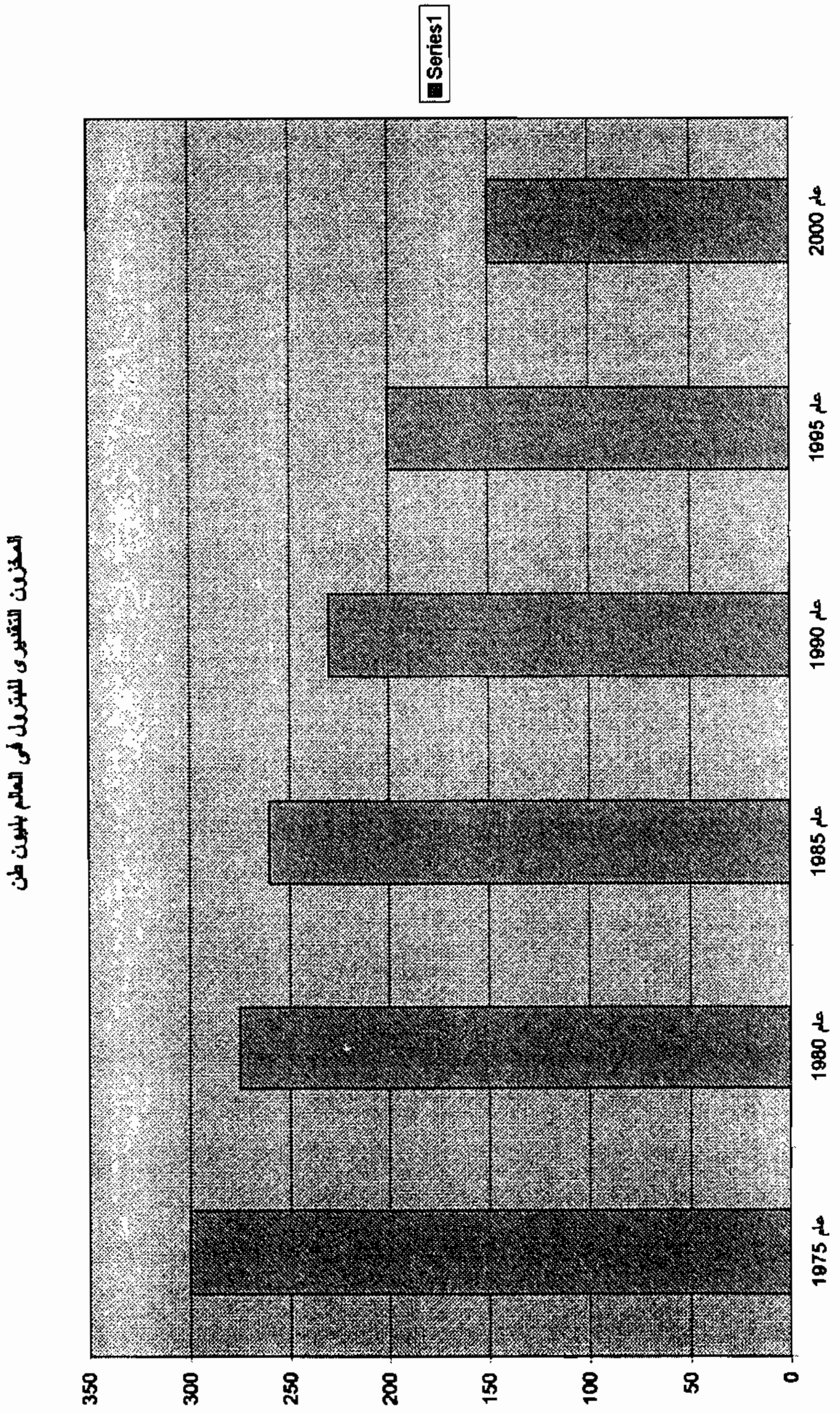
ثانياً : البترول Petroleum :

ويوجد فى طبقات متعددة داخل باطن الأرض ، والبحار ويعد المخزون الحقيقى للبترول من الأسرار الاستراتيجية العالمية والتى تؤثر على اقتصاديات العالم . ومنذ حرب ١٩٧٣ والدول المصدرة للبترول تتخذ سياسة إنتاجية محددة ؛ حتى لا يتم معها إغراق الأسواق ، للمحافظة على الأسعار . ويتوقف ذلك ، بالتأكيد ، على معدلات الاستكشافات البترولية الجديدة ، وعلى الطرق المستخدمة للاستخدام المكثف للبترول، وترشيد استخدامه فى الصناعات البتروكيميائية .

ويتباين المخزون المتاح من البترول من عام إلى آخر ، وينخفض مع الزيادة المطردة فى استخدامه فى دول العالم الثالث ، حيث انخفض المعدل على النحو الموضح فى شكل (٢ - ١) .

ثالثاً : الغاز الطبيعى Natural Gas :

وتقدر مصادر الغاز الطبيعى بحوالى ٣٠ × $١٠^{١٣}$ متر مكعب عام ١٩٨٠ تتناقص إلى ١٦ × $١٠^{١٣}$ متر مكعب عام ٢٠٠٠ ، ويتروح معدل الإنتاج السنوى من الغاز المتوقع عام ٢٠٠٠ بحوالى ٤ × $١٠^{١٣}$ متر مكعب ويختلف التكوين الكيميائى للغاز الطبيعى من منطقة إلى أخرى ، وهو فى المتوسط :


المخزون التقديري للبترول فى العالم بليون طن
Series1
عام 1975
عام 1980
عام 1985
عام 1990
عام 1995
عام 2000
0
50
100
150
200
250
300
350

ميثـــــــان	٨٠ إلى ٩٠ ٪
غازات بترولية	٦ إلى ٧ ٪
نيتروجـــــين	١٤ إلى ٣ ٪

٢ - خواص الوقود الحفرى
Fossil Fuel Properties

يمتاز الوقود الغازى بعدة صفات أساسية منها : سهولة الخلط مع الهواء الجوى، وبالتالى إتمام التفاعل الكيميائى ، حيث أن وجود الوقود الغازى ، واختلاطه مع الهواء اللازم للاحتراق ، يتم على المستويات الجزيئية ، ولا يتطلب أى تذرير ، مثل الوقود السائل ، أو معالجة خاصة مثل الفحم .

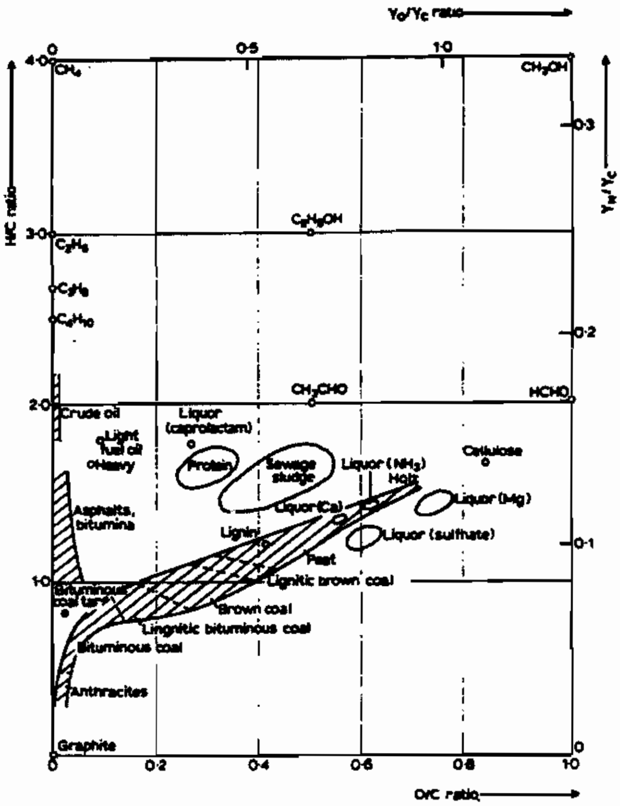
ويتمتع الوقود الغازى بعدة صفات أخرى منها : صغر كثافته ، وانخفاض نسبة الكربون به ك يد$_{٤}$ ، بالمقارنة مع الوقود السائل ، والذى يمثله فى المتوسط التركيب الكيميائى ك$_{ن}$ يد$_{٢ن+٢}$ حيث ن تتراوح بين ١٢ - ١٦ فمثلاً الكيروسين تركيبه ك$_{١٢}$ يد$_{٢٦}$ مما يعنى وجود أكبر للكربون يزيد من كثافته ، ومن إمكانية عدم احتراقه احتراقا كاملا، وتكون أول أكسيد الكربون، وخروج كربون آخر فى صوره «سناج» . أما الوقود الصلب فتركيبه الكيميائى هو ك كربون فقط ولا توجد جزيئات هيدروجين وبالتالى فالجزئ ثقيل والذرات متجاورة ، والكثافة مرتفعة نسبياً « انظر الشكل الذى يمثل دورة وقود الهيدروكربون فى الطبيعة » .

وتحدد المواصفات العالمية والإماميات القياسية التوصيف العلمى الكيميائى والطبيعى للأنواع المختلفة من الوقود الحفرى مع تبويب طرق القياس ، وتحديد الخواص الفيزيائية والكيميائية ، ودرجات الاشتعال ، والقيمة الحرارية ، والحرارة النوعية ، والنسب الأصولية للتفاعل ، بالإضافة إلى المعادلات الكيمائية لسير التفاعل من وقود + هواء ← عوادم احتراق

طاقة وقود + هواء (النسبة الأصولية) - غازات عوادم احتراق + طاقة حرارية منطلقة

٢ - الوقود النووى
Nuclear Fuel

يتم استخدام الوقود النووى معدن (اليورانيوم) يو$_{١٣٢}$ فى المفاعلات النووية، حيث يؤدى اصطدام النيترونات المنطلقة مع أقطاب اليورانيوم داخل المفاعل النووى ، إلى إنتاج طاقة حرارية طبقا لقانون أينشتين ، وهذه الطاقة يتم امتصاصها بواسطة تبريد قلب المفاعل بالمياه المضغوطة ، حيث ترتفع درجة حرارة المحتوى الحرارى لهذا المائع ، ويتم استخدام هذه الطاقة فى تسخين مياه الدورة الحرارية التقليدية ، وإنتاج بخار مشبع يدفع خلال التوربينات البخارية ، لإنتاج الطاقة الدورانية إلى المحركات الكهربائية ، لتوليد الكهرباء .



مخطط يمثل دورة وقود الهيدروكربون فى الطبيعة .

ونلاحظ هنا وجود دائرة ابتدائية لتبريد المفاعل النووى حيث تكون المكونات داخل دائرة الإشعاع النووى ، ثم يتم انتقال الحرارة مع دائرة حرارية أخرى ثانوية غير مشعة ، يتم خلالها دفع المياه الباردة إلى المرجل البخارى الذى يدار بحرارة المفاعل.. ويتم تسلسل الإجراءات الحرارية من إضافة الحرارة ، وبذل الشغل ، وطرد الحرارة ، ثم رفع الضغط ، كما فى الدورة الحرارية البخارية التقليدية .

٣ - الطاقة المتجددة :

Renewable Energy

ما هى الطاقة المتجددة :

الطاقة المتجددة هى مجموعة من الطاقات المتوفرة فى الطبيعة من حولنا ويمكن للإنسان استغلالها بصورة أو بأخرى ، وهى طاقة غير محددة وليس لها مخزون ، فهى تتجدد مثل الطاقة الشمسية ، وطاقة الرياح ، وطاقة المد والجذر ، وطاقة الأمواج، بالإضافة إلى طاقة الغاز الحيوى ، وطاقة الوضع .

ونجـــد مثـلا أن الطاقة الشمسية طاقة متجددة ذات مصادر لا نهائية وغير محددة وهى طاقة فى صورة حرارية ، ولا يحد من استخدامها الآن سوى العوامل التالية :

١ - التكلفة الاستثمارية للمعدات .

٢ - اقتصاديات التشغيل الأمثل .

٣ - تقنيات التشغيل ومتابعة حركة الشمس .

٤ - الصيانة المستمرة للوحدات فى الأماكن الصحراوية .

٥ - التكنولوجيات المساعدة مثل التبريد وتكييف الهواء .

٦ - اقتصاديات إنتاج الطاقة الكهربائية .

وهى طاقة لا تؤثر على تلوث البيئة .

الفصل الثالث

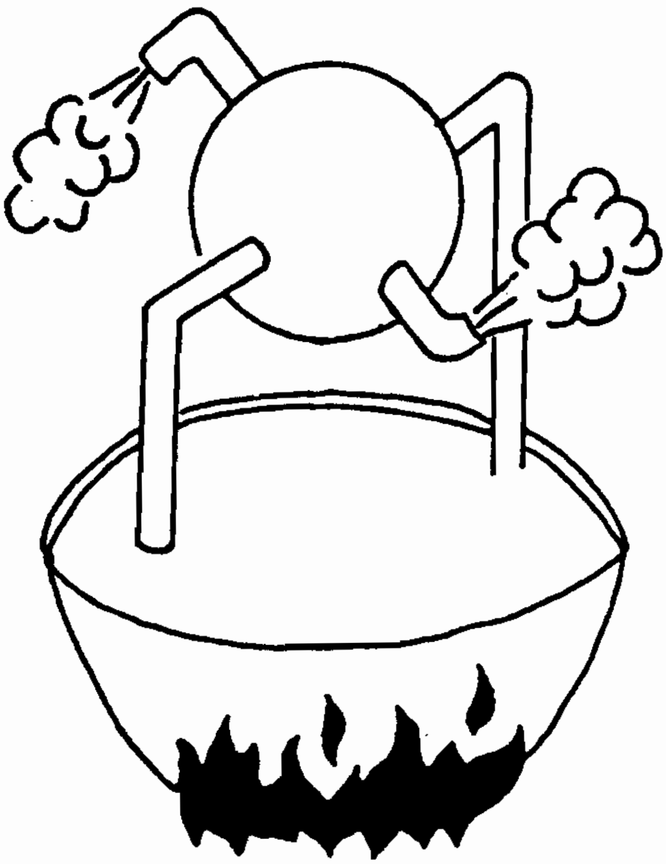
تحويل الطاقة واستغلالها

٣ - ١ مقدمة تاريخية :

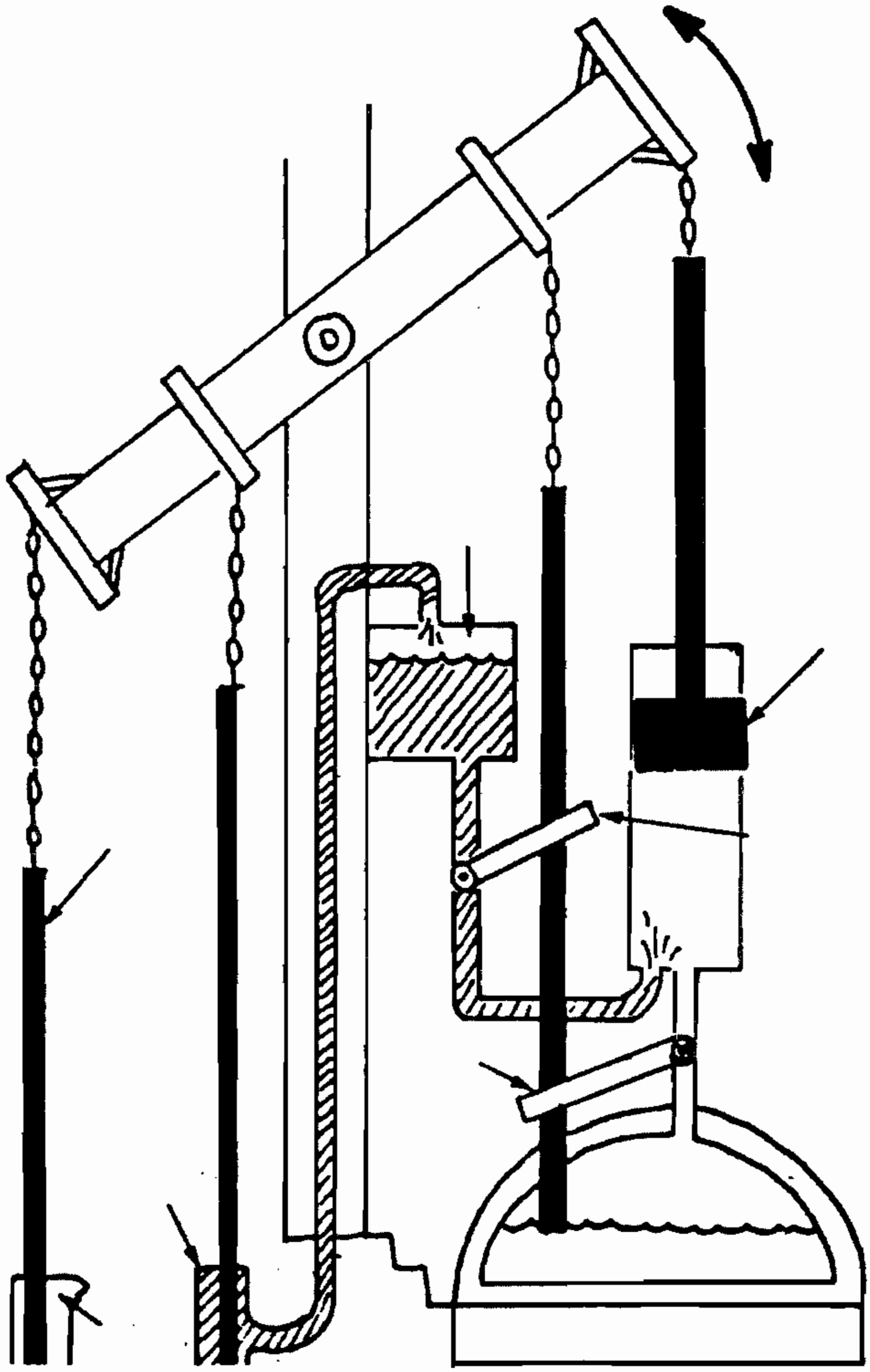
منذ آلاف السنين بدأ أجدادنا محاولات تسخير الطاقات المتاحة لخدمة المجتمع البشرى ، وقد بدأ القدماء فى استغلال حرق الخشب للحصول على مناخ دافئ مناسب ، ثم بدا صانعو المعادن فى استخدام الحرارة فى صهر المعادن وتشكيلها . وفى فترة متأخرة من تاريخ البشرية بدئ فى استغلال الحرارة لتوليد بخار ، وإنتاج حركة وفى عام ١٣٠ قبل الميلاد قام « هيرو » العالم الرياضى والكاتب بمدينة الإسكندرية باليونان فى تصميم وتنفيذ أول آلة حرارية تقوم بتحويل الطاقة الحرارية إلى حركة دورانية ، فقد لاحظ أنه عند تسخين المياه يمكن دفعها بالبخار الناتج إلى ما يشابه الآلة البخارية شكل (٣ - ١) وينتج عن هذا الدفع دوران الآلة ، وذلك يشبه إلى حد كبير اندفاع البخار من غلاية المياه المنزلية المعروفة حيث تدفع قوة البخار المنطلق أى سطح أمامها للأمام ، مسببة حركة ، ونفذ العالم العربى « تقى الدين الراصد » فى حوالى ١٥٨٠ م آلة بخارية مماثلة ، وفى عام ١٦٩٨ أى منذ ثلاثمائة عام قام العالم البريطانى « توماس سافرى » بتصميم وبناء آلة حرارية ، تعمل بالبخار عند ضغط ١٠ جوى ، ويوضح شكل (٣ - ٢) رسما تخطيطيا لهذه الآلة بعد تعديلها ، بواسطة « توماس نيوكمن » .

وكان من الطبيعى أن تبذل محاولات لتطويع الطاقة الحرارية الموجودة فى الوقود الحفرى ، لخدمة أغراض التنمية الصناعية ، التى بدأت فى الازدهار فى هذه الفترة : وقام « جيمس وات » بتصميم وتنفيذ أول آلة بخارية ترددية ، تعتمد فى نظرية عملها على الضغط المرتفع للبخار ، الذى يتم دفعه داخل غرفة أسطوانية ، بها مكبس متحرك ، ويؤدى هذا الضغط الهائل إلى حركة هذا المكبس داخل الغرفة الأسطوانية ، وتم توصيل المكبس إلى عمود المرفق المتصل مع عمود طويل لإدارة عمود الكرنك ، وهكذا تم تحويل الحركة الترددية إلى حركة دورانية . واستغلت هذه الحركة الدورانية فى إدارة المعدات المختلفة .

ومع تطور الزمن أمكن للعلماء إنتاج المزيد من الآلات الحرارية البخارية وتطويرها، لتحسين كفاءة عملها ، إلى أن تمكن العلماء من تصميم وإنتاج التوربينات البخارية ، وهى آلة حرارية ذات كفاءة أعلى ، لتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية ، أمكن استخدام طاقة البخار ، أو الغازات الساخنة فى إحداث الحركة الدورانية ، من خلال دفع الغاز من نوافير صغيرة بسرعة عالية ليصطدم مع ريش



شكل (٣ - ١) : أول آلة حرارية صممها « هيرو » (١٣٠ ق.م.) .



شكل (٣ - ٢) : آلة « توماس سافر » (١٦٩٨) المطورة بواسطة « توماس نيوكمن » .

التوربين مثل التصميم الموضح فى شكل (٣ - ٣) والذى يمثل رسما كروكيا لتوربين « دى لافال » البخارى .

وآلات الاحتراق الداخلى بدأ ظهورها فى إنجلترا وأوروبا حوالى عام ١٨٠٠ وهى آلات حرارية تستخدم الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود السائل ، أو الغازى . وقد بدأ عملها باستخدام وقود مكون من خليط فحم ، وغاز ، وهواء : وفى حوالى عام ١٨٦٠ تمكن العالم الفرنسى « اتينيه لينوار » من بناء آلة احتراق داخلى ثنائية الأشواط . لم تؤد هذه الآلة إلى إنتاج قدرات دورانية كبيرة ، إلى أن ظهرت آلة أوتو الحرارية ، حوالى ١٨٧٤ فى ألمانيا ، وكانت الآلة تعمل بمبادئ الأشواط الأربعة :

الشـــوط الأول : سحب الخليط المكون من الهواء والوقود إلى داخل الغرفة الأسطوانية .

الشوط الثانـــى : ضغط الخليط .

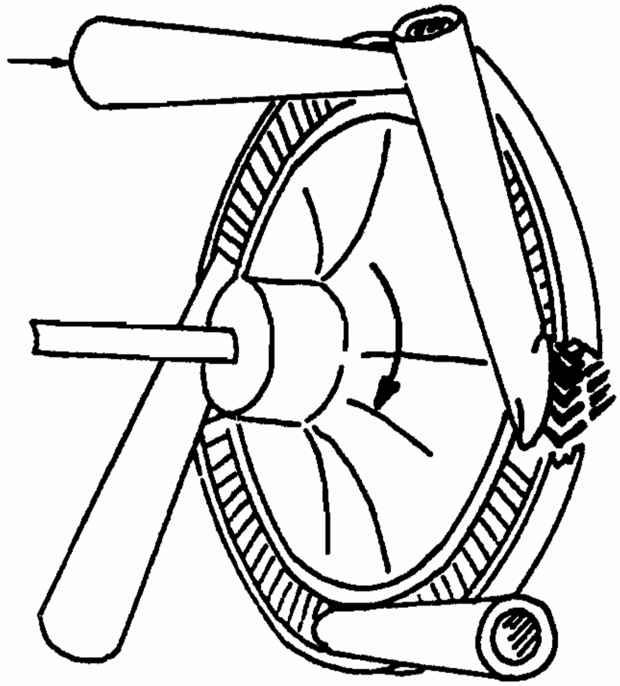
الشوط الثالث : إشعال الخليط بواسطة شرارة من ملف حتى حيث تتحدد الغازات وتبذل « شغل » مفيداً .

الشوط الرابع : طرد غازات الاحتراق من الغرفة الأسطوانية استعداداً للدورة التالية.

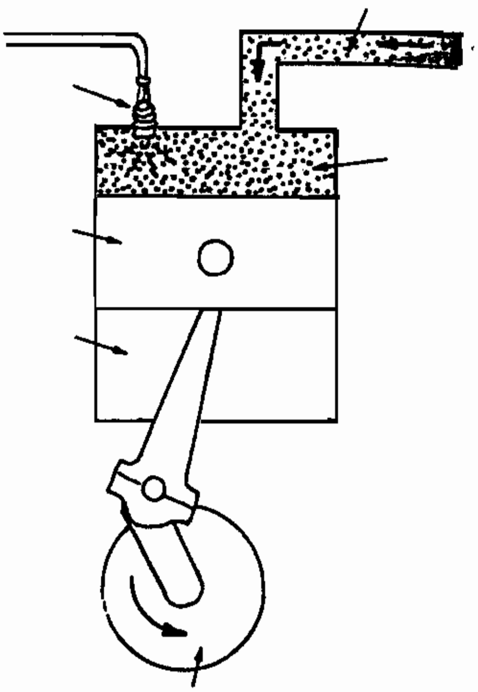
ويطلق عليها اسم دورة أوتو الرباعية شكل (٣ - ٤) .

وتمكن العالم الألمانى « جوتليب ديملر » عام ١٨٥٥ من تصميم وبناء آلة تحرق الجازولين ، ولحق به العالم « رودولف ديزل » الذى بنى أول آلة حرارية تعمل بدورة حرارية ديزل ، تستخدم حرارة الهواء المضغوط للاشتعال مع الوقود الذى يتم حقنه منفصلا عن الهواء خلافًا لدورة أوتو التى يتم دفع خليط الهواء الوقود إليها من الكربوريتور وشكل (٣ - ٥) يوضح رسمًا كروكيًا لآلة ديزل .

ثم قام الإنسان فى مراحل زمنية لاحقة بمحاولات عديدة لتطوير الآلات الحرارية وتعديلها ، لتحقيق متطلباته من حيث إنتاج الطاقة بالصورة المطلوبة ، وبأعلى كفاءة للتحويل . وحيث إن الطاقة لا تخلق ولا تدمر بل تتحول فقط من صورة إلى أخرى ويتم نقل الطاقة من مادة إلى أخرى ، عندما يكون هناك فرق فى درجات الحرارة مثلما تعلمنا فى قواعد الديناميكا الحرارية . وهذه الآلات تحتاج فقط إلى مصدر للطاقة من احتراق وقود حفرى ، أو من مصادر طاقة شمسية أو نووية مثلا ، ويتم انتقال الحرارة من خلال المائع (الغازى أو السائل) ومن المبادئ الأولية لحفظ الطاقة ، أنه يمكن تصميم آلة حرارية تستقبل طاقة حرارية عند درجات حرارية

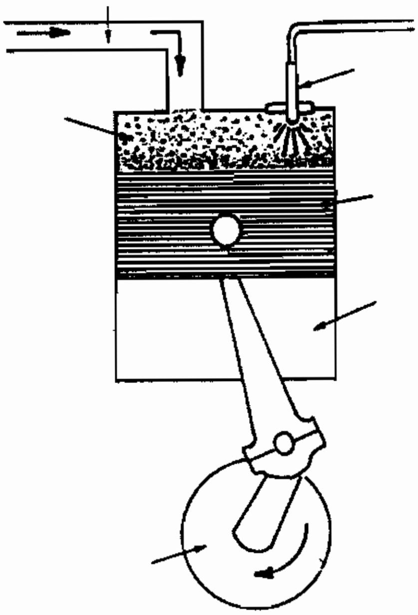


شكل (٣ - ٣) : توربين « دى لافال » البخارى



شكل (٣ - ٤) : دورة « أوتو » الرباعية

مرتفعة (حرارة مضافة) ، فتبذل شغلاً ، وتطرد حرارة عند درجة حرارة منخفضة نسبياً (حرارة مطرودة) كما هو موضح فى شكل رقم (٣ - ٦) . ومن خلال دورة إجراءات حرارية تنساب الحرارة من المصدر الساخن ، عند درجة حرارة $ت_{س}$ بكمية قدرها $ح_{س}$ إلى المصب البارد عند درجة $ت_{ب}$. وجزء من هذه الحرارة يتحول إلى شغل مفيد ش . وكلما انخفضت درجة حرارة $ت_{ب}$ أو ارتفعت درجة حرارة $ت_{س}$ فإن الشغل المتاح يكون أكبر ، وبالتالى كلما زاد فارق درجات الحرارة بين المصدر الحرارى الساخن والمصب البارد ، زادت إمكانية الحصول على شغل أكبر لنفس معدل سريان المائع داخل الآلة الحرارية .



شكل (٣ - ٥) آلة « رودلف ديزل »

وهناك نوعان من الدورة الحرارية إحداهما تسمى « دورة مفتوحة » Open cycle تبدأ بإضافة الحرارة $ح_{س}$ ، ثم بذل الشغل ش وطرد الحرارة $ح_{ب}$ إلى البيئة المحيطة دون إعادتها لتبدأ دورة جديدة . والأخرى تسمى « دورة حرارية مغلقة » ويتم خلالها إعادة المائع ، بعد طرد الحرارة من $ح_{ب}$ إلى حالة الأصلية عند بدء الدورة ، ثم يضاف إليه الحرارة $ح_{س}$ مرة أخرى ، وهكذا . والقانون الأول للديناميكا الحرارية ينص على .

$$ش = ح_{س} - ح_{ب}$$

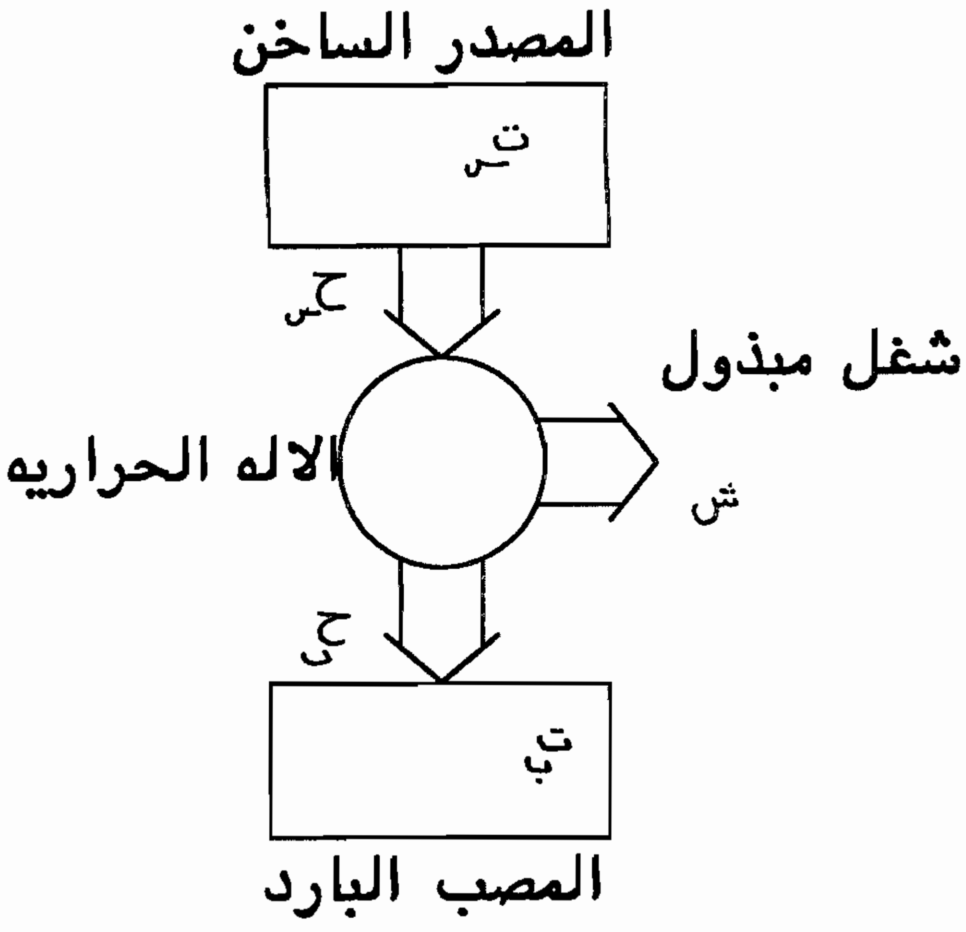
ومثال ذلك التوربينات البخارية ، حيث يكون المائع هو الماء ، والبخار يتم سريانه فى دورة مغلقة فتضاف إلى الماء الحرارة فى المراجل ، ليتحول إلى بخار ماء له طاقة

حرارية مرتفعة ، ويدفع هذا البخار من خلال زعانف التوربين البخارى ، فيتسبب فى دورانها حول محورها فتنتج طاقة دورانية كبيرة . وفى المكثف البخارى يتم طرد الحرارة $ح_ب$ وتكثيف بخار الماء إلى مياه ، ويتم ضخها إلى الضغط العالى وإعادتها مرة أخرى إلى المرجل البخارى ، وهكذا .

ومن أمثلة الآلات الحرارية المهمة فى حياتنا :

أ – دورات حرارية للبخار :

١ – آلات تتبع دورة حرارية لبخار الماء (دورة رانكين) مثل تلك الآلات التى نجدها فى محطات القوى الحرارية .



شكل (٣ – ٦) : دورة الآلة الحرارية .

٢ – آلات تتبع دورة حرارية عكسية لأبخرة الفريون ووسائط التبريد مثل تلك الآلات المستخدمة فى الثلاجات ، ومعدات تكييف الهواء .

ب - دورات حرارية للغاز وتنقسم إلى :

* احتراق داخلي : مثل دورة « أوتو » و « ديزل » وتستخدم في المركبات والسيارات بأنواعها .
* احتراق خارجي : مثل توربينات الغاز في الطائرات .

٣ - ب تحويل الطاقة غير التقليدية :

قام الإنسان بمحاولات متعددة لاستغلال الطاقات غير التقليدية مثل طاقة الشمس والرياح ، تخدم أغراضه الحياتية في الزراعة والصناعة .

فالأرض تستقبل : حوالى ٥٠ ٪ من الإشعاع الشمسى الساقط ، منها ٢١ ٪ من الإشعاع مباشرة و ٢٩ ٪ من الإشعاع المتباعث من خلال وجود السحب . ومن سطح الأرض تنطلق حرارة ناتجة من البخر والتوصيل الحرارى خلال الجو الخارجى وتبلغ (حوالى ٣٣ ٪) والأرض تستقبل الأشعة تحت الحمراء ومعظم هذه الأشعة يتم امتصاصها من الجو ، ويعاد تشعيعها مرة أخرى إلى سطح الأرض . وتتراوح شدة الإشعاع الشمسى على سطح الأرض ما بين صفر و ١٠٥٠ وات/ م٢ ، وتعتمد شدة هذا الإشعاع على الارتفاع عن سطح البحر ، وفصول العام ، والوقت بالنهار ، ودرجة الفيلم ، والسحب ، ويوضح شكل (٣ - ٧) توزيع مصادر الإشعاع المختلفة على سطح الأرض .

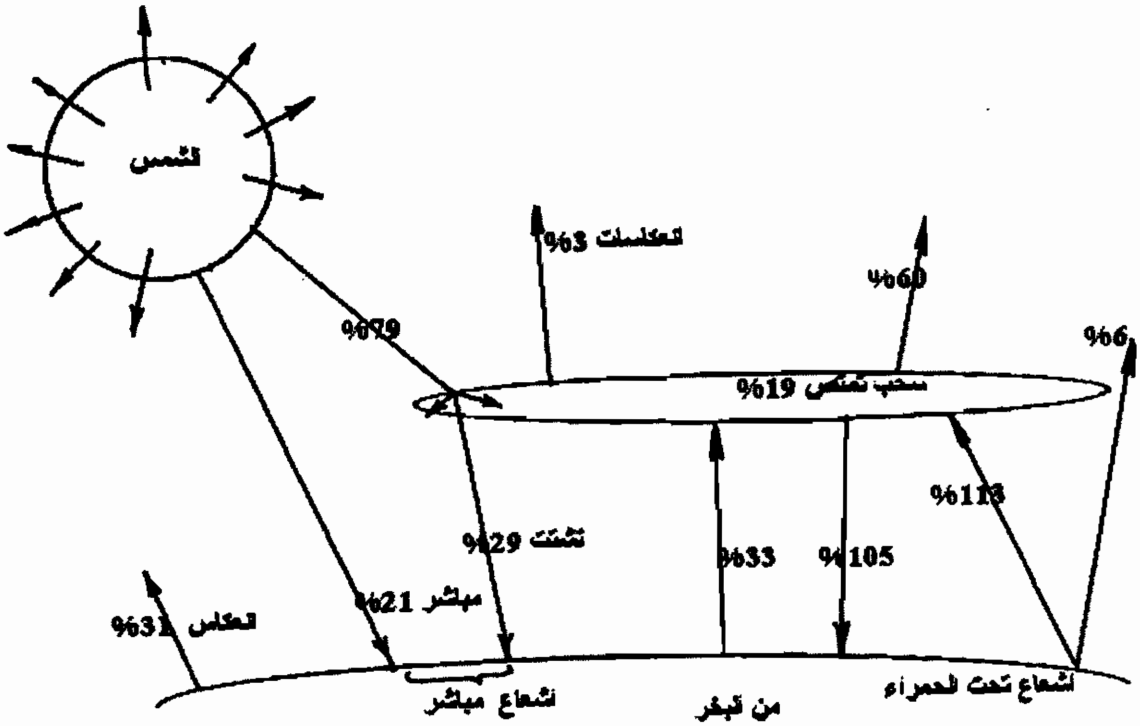
وفى مصر الحديثة أمكن عام ١٩١٢ إنشاء أول محطة توليد تعمل بالطاقة الشمسية للرى من النيل ، حيث استخدمت مجمعات شمسية لتركيز أشعة الشمس على سطح ماسورة معدنية سوداء لإنتاج البخار . وكانت القدرة العظمى المنتجة فى ذلك الوقت ٥٠ كيلو وات ، وبلغت مساحة سطح المجمع الشمس ١٢١٠ م٢ ، وبحساب شدة الإشعاع الشمسى يمكن الوصول إلى الطاقة الشمسية القصوى المجمعة من خلال سطح الوحدة لتبلغ ١٢١٠ × ١,٠٥٠ = ١٢٧٠ كيلو وات .

وبحساب آلة حرارية بسيطة تعمل بين درجتى حرارة المصدر والمصب ١٠٠ م و ٢٠ م فإن أقصى كفاءة حرارية تكون طبقا لدورة « كارنوت الحرارية » Carnot cycle .

$$\frac{(٢٧٣ + ١٠٠) - (٢٧٣ + ٢٠)}{(٢٧٣ + ١٠٠)} = ٢١ \%$$

أي أنه ، نظريا ، يمكن إنتاج طاقة دورانية (شغل مفيد) قدره ٢١ × ١٢٧٠ ÷ ١٠٠ = ٢٦٦ كيلووات

وذلك أكبر بكثير من القدرة الفعلية التى تم الحصول عليها آنذاك من المحطة الشمسية الأولى على ضفاف النيل .



شكل (٣ – ٧) : توزيع مصادر الإشعاع المختلفة على سطح الأرض

وتستخدم الطاقة الشمسية بصور مختلفة فى عملية تسخين المياه وتجفيف الخضر والفاكهة . وتستخدم بصورة أقل فى توليد الطاقة الكهربائية ، فى الوقت الحالى نظراً لارتفاع أسعار المعدات المطلوبة ، وعدم اقتصادية الطاقة المولدة ، حيث أن هناك من المحاذير التى يجب أخذها فى الاعتبار عند استخدام الطاقة الشمسية ، لتوليد طاقة دورانية وشغل مفيد :

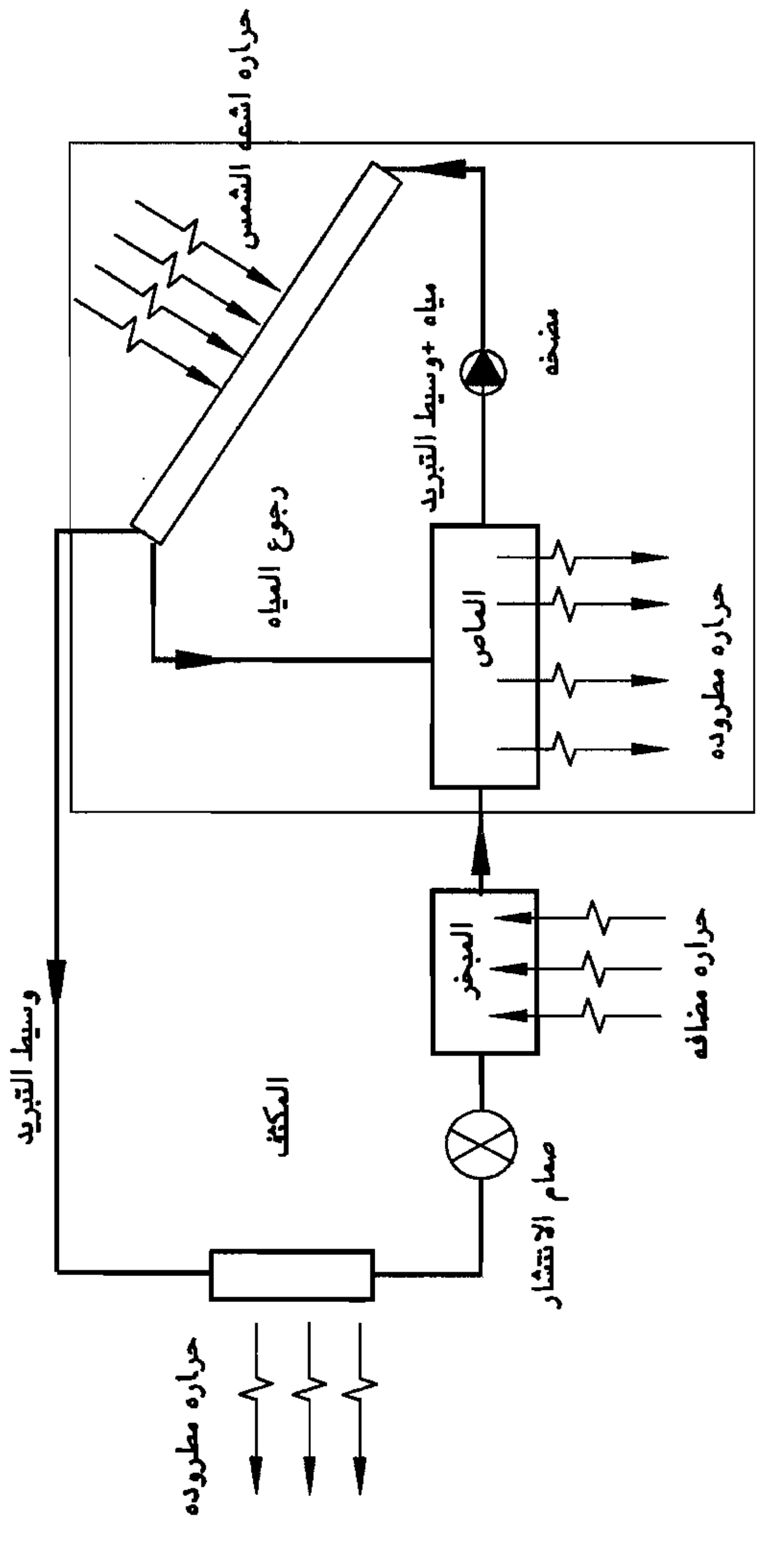
أ – المجمع الشمسى فى أسطح لاحق يجب أن يتزامن فى حركته مع حركة الشمس لتعظيم الإشعاع الشمسى الممتص .

ب – يتطلب الأمر استخدام أسطح تجميع شمسى ذات مساحات كبيرة نسبياً للحصول على الحرارة اللازمة ، فمثلاً للحصول على ٥٠ كيلووات مطلوب ١٣٠٠ م^{٢} ، بينما للحصول على ٥٠ ميجاوات نحتاج إلى ١,٣ مليون متر^{٢} ، وهى مساحة كبيرة بالمقارنة بالمطلوب لإنتاج الطاقة من المصادر التقليدية .

جـ - وجود مساحات كبيرة من أسطح التجميع الشمسى تحتاج إلى نظافة وصيانة دائمة ومستمرة ، لإزالة الأتربة والرمال ، التى تتسبب فى إنقاص الطاقة الشمسية الممتصة .

وهناك استخدامات أخرى للطاقة الشمسية فى التبريد ، وهى مطلوبة فى البلاد التى تتمتع بمناخ صيفى حار مثل الصحراء العربية ، وشمال أفريقيا ، وغرب الولايات المتحدة الأمريكية . ويعتمد هذا الاستخدام على دورة حرارية عكسية مكونة من مبخر ، وضاغط ، ومكثف ، وصمام انتشار . ويتم دفع وسيط التبريد فى صورة سائلة وهو عدة « الفريون » إلى المبخر عند درجة حرارة أقل من تلك المطلوب الوصول إليها داخل المكان . وتنتقل الحرارة إلى وسيط التبريد « الفريون » من المكان المطلوب تبريده ، ويتحول السائل إلى بخار « فريون » وترتفع درجة حرارة الغاز بعد رفع ضغطه فى الضاغط ، ويتم إمرار الغاز إلى المكثف ، ويتم طرد الحرارة من أسطح التكثيف ، ويعود وسيط التبريد إلى حالته السائلة مرة أخرى ، حيث يتم تمريره من خلال صمام الانتشار ، لخفض ضغطه مرة أخرى إلى ضغط البداية .

وفى حالة استخدام الطاقة الشمسية ، فإنه يتم استبدال الضاغط الميكانيكى الموجود فى الثلاجة المنزلية مثلا (باستخدام سطح امتصاص للحرارة وطلمبة سائل وسخان شمسى) وذلك مثل الموضح فى شكل (٣ - ٨) .



(شكل ٣ – ٨) : استخدام الطاقة الشمسية فى التبريد.

الفصل الرابع

تطبيقات استخدامات الطاقة

في القرن الماضى والحالى تعددت التطبيقات المختلفة للطاقة لتغطى كافة جوانب الحياة لخدمة الإنسان وتلبى جميع احتياجاته من توفير المسكن ، ووسائل النقل ، والإنتاج الصناعى والزراعى وخلافه . وتختلف استهلاكات الطاقة بين القطاعات المختلفة باختلاف المجتمع وتقدمه ومعدلات التنمية فيه ، وهذه القطاعات هى :

١ - القطاع الصناعى والإنتاجى .

٢ - القطاع الزراعى .

٣ - قطاع السكان والمنازل .

٤ - قطاع النقل .

٤-١: الطاقة والصناعة :

تعتبر الصناعة من أكبر القطاعات استهلاكاً للطاقة فى صورها المختلفة وتتراوح معدلات الاستهلاك طبقاً لنوع الصناعة نفسها وتشير المعدلات العالمية السائدة الآن إلى القيم التالية ، والتى تعتمد على نوعية التكنولوجيا المستخدمة ، وكفاءة إدارة الطاقة ، وإدارة الوحدات الإنتاجية ، ونوع الإنتاج الصناعى ذاته .

فمصادر الطاقة المختلفة تستخدم فى العمليات الصناعية على النحو التالى :

أ - وقود حفرى (فحم - سائل - غازى) .

ب - طاقة كهربائية من شبكات الربط الكهربائى .

جـ - مستلزمات إنتاج مثل :

١ - البخار .

٢ - المياه الساخنة .

٣ - الهواء المضغوط .

ومستلزمات الإنتاج تحتوى على مكونات طاقة ، حيث تم إنتاجها باستخدام المصادر الأولية للطاقة . فالبخار مثلا يتم إنتاجه داخل مراجل بخارية تستخدم الوقود الحفرى أو الكهرباء فى التشغيل . وكذلك المياه الساخنة أو المثلجة أما الهواء الضغوط فإنه يعتبر من المصادر الثانوية للطاقة المكتسبة خلال ضغط الهواء فى الضواغط الكبيرة ، والتى تدار بواسطة محركات الاحتراق الداخلى ، أو المحركات الكهربائية .

وتختلف استهلاكات الطاقة فى العمليات الصناعية من منتج إلى آخر ، ويوضح الجدول رقم ٤ – ١ الطاقة المستهلكة فى المتوسط ، لإعادة إنتاج طن مترى من المعادن الأكثر انتشاراً وذلك فى صورة نهائية .

جدول (٤ – ١)

المعـــدن	الطاقة (ميجاوات / طن)	الخـــردة
الماغنسيوم	٢٧	٣٪
الألومنيوم	١٧,٨	٤٪
الحديد	٧,٦	١٠٪
النحاس	٨,٢	٢٤٪
الزجاج	٥,١	٨,٥
الرصاص	٣,٣	٣٥

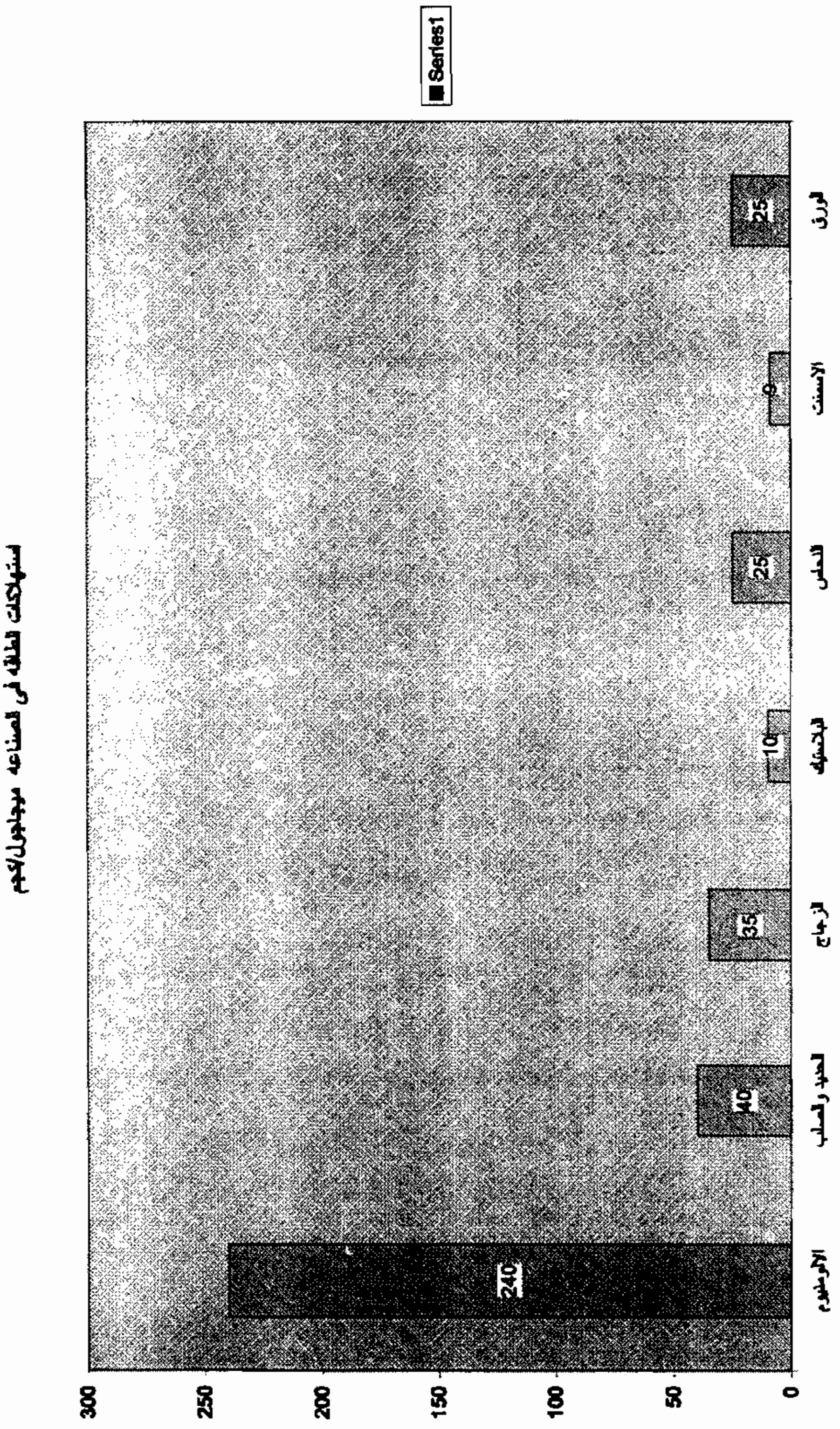
أما إنتاج الحديد والصلب فالطاقة المطلوبة حوالى ٢٨,٥ ميجا جول / كجم منها حوالى ٣٩ ٪ فى صورة الكوك و ٢٠ ٪ منها كهرباء ، كما هو موضح بالشكل رقم (٤ – ٢) .

أما إنتاج اللبيد Sinter كمرحلة أولى قبل الفرن العالى Blast Furnace فإن استهلاكات الطاقة منه حوالى ٣,٨ مليون كجم موزعة بين الكوك ٦٥ ٪ والكهرباء ١٣ ٪ والغاز الطبيعى حوالى ٢٢ ٪ كما هو موضح بالشكل رقم (٤ – ٣) .

ويوضح شكل رقم (٤ – ٤) توزيعات الطاقة المستهلكة لإنتاج طن من الحديد من الفرن العالى .

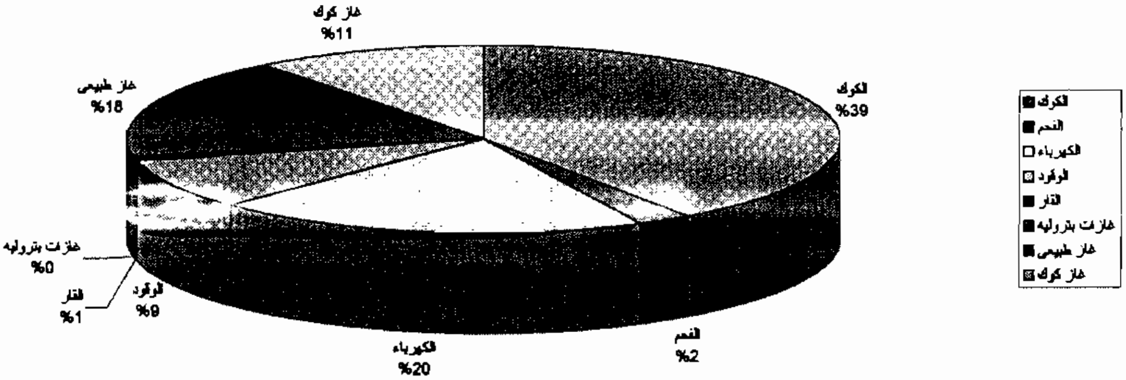
٤ ب : الطاقة والزراعة :

إن استهلاك الطاقة والاحتياجات المختلفة لنظم الزراعة من الطاقة تفتح الأبواب للوقوف على مدى ارتباط الزراعة والتغذية ورفاهية الإنسان بالطاقة وتوافرها . ولقد جرت العادة فى الماضى على إهمال استهلاك الطاقة فى الزراعة ، غير أنه مع بداية تحديث وتطوير أساليب الزراعة والتركيب المحصولى ، أصبح لزاما على المخطط أن يوفر القدر الكافى من الطاقة فى صورها المطلوبة .


استهلاكات الطاقة فى الصناعة ميجاجول/كجم
Series1
300
250
200
150
100
50
0
240
40
35
10
25
25
الألمنيوم
الحديد والصلب
الزجاج
البلاستيك
النحاس
الاسمنت
الورق

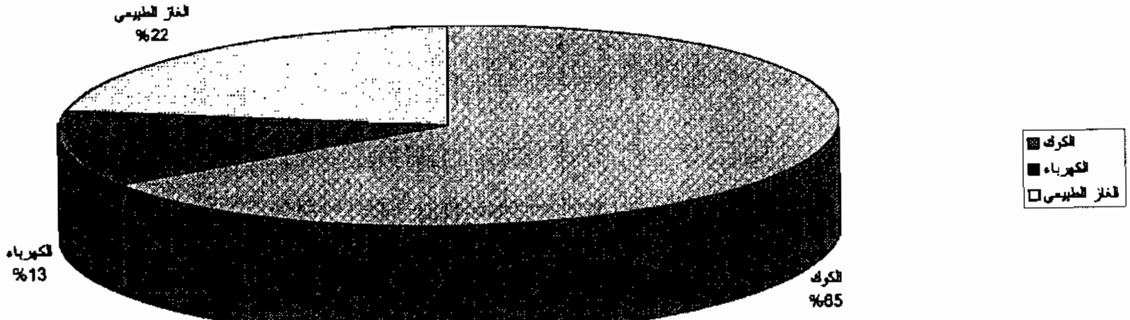
١٤أ-١

استهلاك الطاقة لإنتاج الصلب من الحديد ٢٨,٥ ميجاجول لكل طن



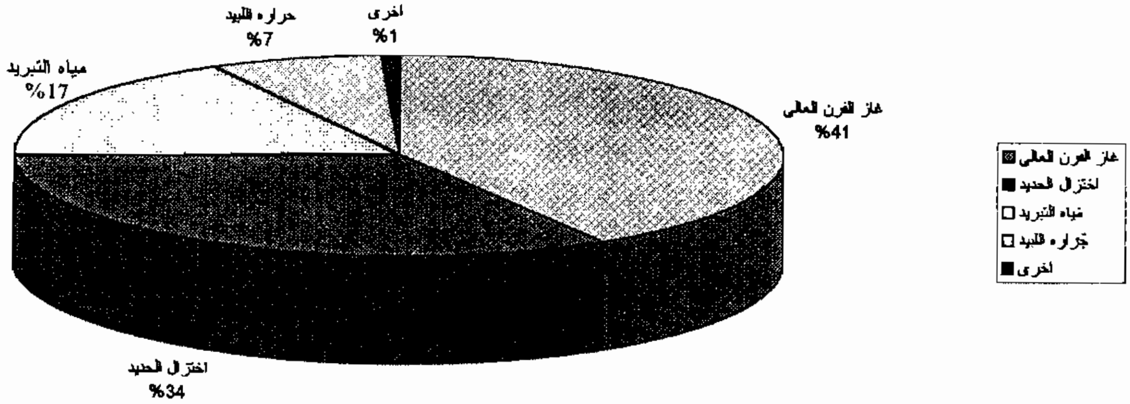
٤ – ٢

استهلاكات الطاقة لإنتاج اللبيد إجمالى ٣,٨ مليون جول لكل كجم



٤ – ٣

توزيع الطاقة فى الحديد المنتج إجمالى ٢٠ مليون كيلوجول لكل طن



٤ - ٤

وتختلف استهلاكات الطاقة بطبيعة الأمر من محصول إلى آخر ، ومن نوع تربة إلى نوع تربة أخرى ، ومن بيئة ذات ظروف مناخية معينة ، إلى بيئة أخرى ذات ظروف مناخية مختلفة . ويمكن إيجاز العمليات الزراعية الأساسية التى تستهلك الطاقة فيما يلى :

١ - إعداد الأرض للزراعة من حرث أولى ، وحرث ثانوى ، وتسوية ، وتبتين

Plowing - Leveling & furrowing

ويوضح الشكل (٤ ب - ١) توزيع الطاقة فى إعداد الأرض الزراعية ، ونجد أن الحرث يمثل حوالى ٦١ ٪ من إجمالى الطاقة المبذولة لإعداد الأرض والطرق التقليدية للحرث تستخدم المجهود الحيوانى فى حالات قليلة ، والجرار الزراعى فى معظم الأوقات ، مما يؤكد الدور الكبير لهذه المعدة الزراعية ، وضرورة توفير أجود الأصناف والتصميمات ، مع ضمان الصيانة الدائمة لها . وتتفاوت النسب المذكورة بالرسم تفاوتا قليلا طبقا لعمق الحرث ، ونوعية التربة .

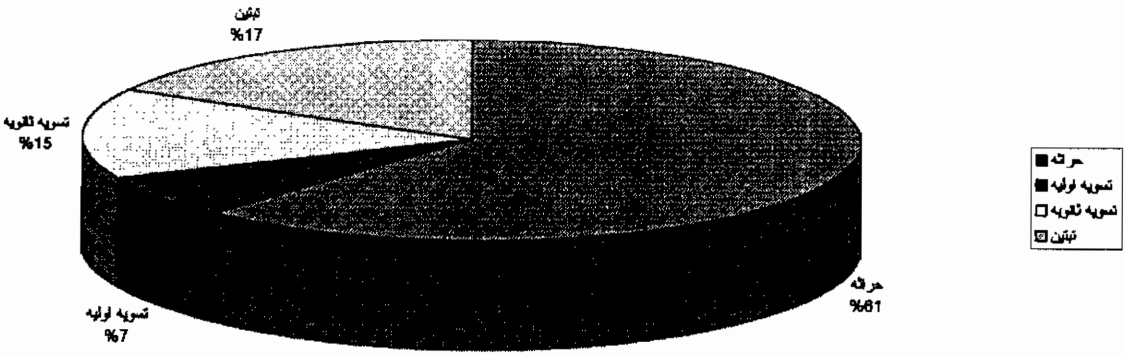
٢ – نظم الرى Irrigation Systems

وهى تمثل ركنا أساسيا فى استهلاكات الطاقة ، وخاصة عند استخدام وحدات ضخ المياه والساقية ، كنظام متعارف عليه ، فى منطقة الشرق الأوسط .

ويوضح الشكل رقم (٤ – ب ٢) توزيعات واستهلاكات الطاقة فى العمليات الزراعية المختلفة ، ومنها الرى لأحد المحاصيل حيث نجد أن الرى يمثل نسبة تتراوح بين ٥ ٪ إلى ٦ ٪ طبقا لنوعية التربة ... إلخ .

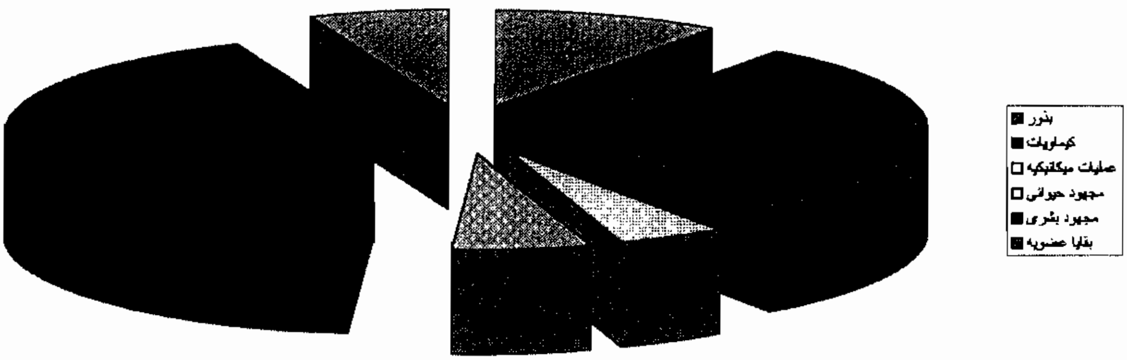
وفى شكل (٤ ب – ٣) يتضح أن ميزان الطاقة للعمليات الزراعية المختلفة ، من رى ، وأسمدة ، وإعداد أرض وزراعة وحصاد وأعمال أخرى ، يظهر أن جملة الطاقة المطلوبة فى حدود ٢,٢ مليون كيلو كالورى لكل فدان مزروع قمحا يعطى ١٣٠٠ كجم من القمح ٩٣ ٪ مواد جافة مع ٣٠٠٠ كجم من القش (٩٠ ٪ مواد جافة) . وهذه الكمية من الطاقة تعادل حوالى ٢٢٠ كجم من الوقود السائل أو ٠,٢٢٠ طن زيت مكافئ Ton of oil equivalent .

توزيع الطاقة فى إعداد الأرض للزراعة



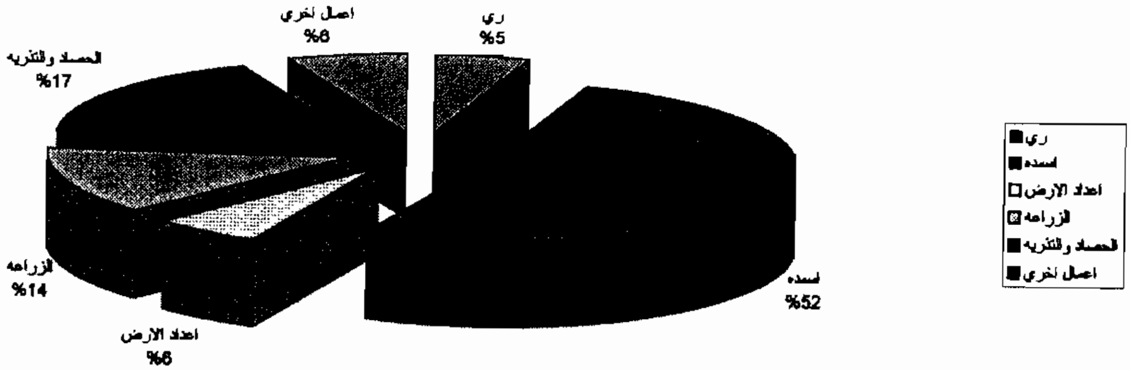
٤ ب – ١

توزيعات استهلاكات الطاقة فى العمليات الزراعية المختلفة



شكل ٤ ب – ٢

متطلبات الطاقة لزراعة فدان قمح بالساقية ٢ ,٢ مليون كيلوكالورى



شكل ٤ ب – ٣

ويمكن إيجاز باقى العمليات الزراعية فيما يلى :

١ - الأسمدة الكيميائية الآزوتية وخلافه .

٢ - رش المبيدات الكيميائية .

٣ - الحصاد والتذرية .

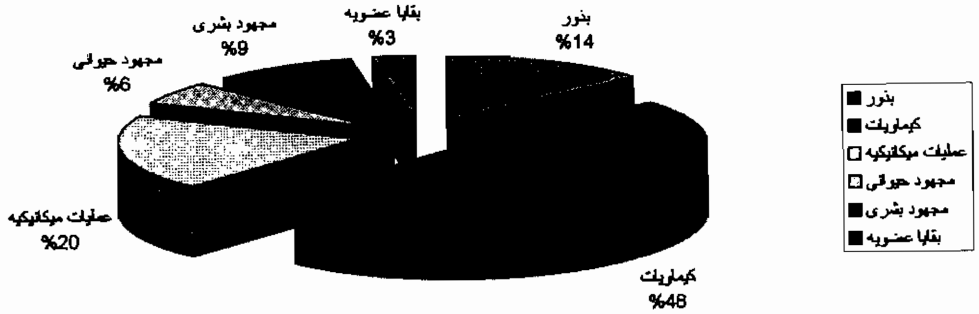
وفى شكل (٤ ب - ٤) نجد أن الأسمدة الكيميائية تمثل نسبة كبيرة من الطاقة ولا عجب !! فلإنتاج ١ كيلوجراما واحدا من الأسمدة علينا أن نستخدم كمية من الطاقة تدخل بالتالى فى حساب استهلاك الطاقة ، فى العمليات الزراعية المختلفة .

ومن خلال الدراسات السابقة على المحاصيل الرئيسية الأربعة (القمح - الذرة - البرسيم - القطن) تم التوصل إلى ميزان الطاقة لكل محصول ، عند ظروف تربة معينة وظروف مناخية وجغرافية محددة . وتوضح الأشكال (٤ ب - ٤) إلى (٤ ب - ٩) ميزان الطاقة للمحاصيل المختلفة . فلإنتاج ١٤٢٨ كجم من الذرة من الفدان الواحد مع ١٣٦٥ قوالح و ٨٤٠ كجم من القش ، فإن الطاقة المطلوبة لإتمام العمليات الزراعية هى ٤,٦٨٥ مليون كيلو كالورى ، وفى حالة استخدام طلمبات الرى تكون الطاقة المطلوبة ٤,٨٦ مليون كيلو كالورى للفدان .

وهناك تحليل آخر لاستهلاكات الطاقة بالنسبة إلى كل كجم من المحصول المنتج باستخدام الساقية فمثلا ، بالنسبة للقمح تكون الإنتاجية ٥,٥ كجم قمح لكل كيلو جرام من الزيت المكافئ Kilogram of oil Equivalent . وفى حالة الذرة تكون الإنتاجية ٣ كجم ذرة لكل كيلو جرام من الزيت المكافئ ، وفى حالة البرسيم تكون الإنتاجية أكبر ما يمكن حيث تبلغ ٤٣,٧ كجم برسيم كل كيلو جرام واحد من الزيت المكافئ .

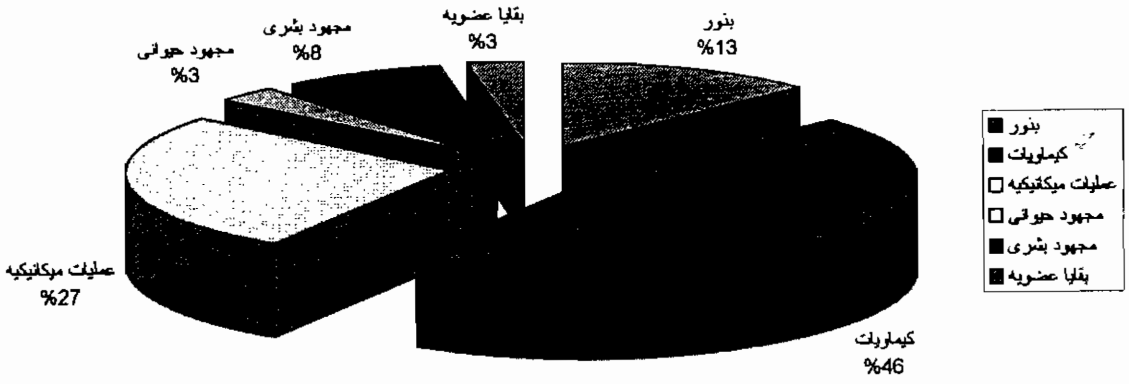
ومما سبق يتضح أن الطاقة المستهلكة فى القطاع الزراعى لا يستهان بها ، ويمكن ترشيد استخدام الطاقة فى هذا المجال ، باستخدام وسائل الميكنة الزراعية ، وإتمام إجراءات الصيانة اللازمة للجرارات وطلمبات المياه .

ميزان الطاقة لإنتاج القمح (رى بالساقية) ٢ مليون كيلوكالورى / فدان



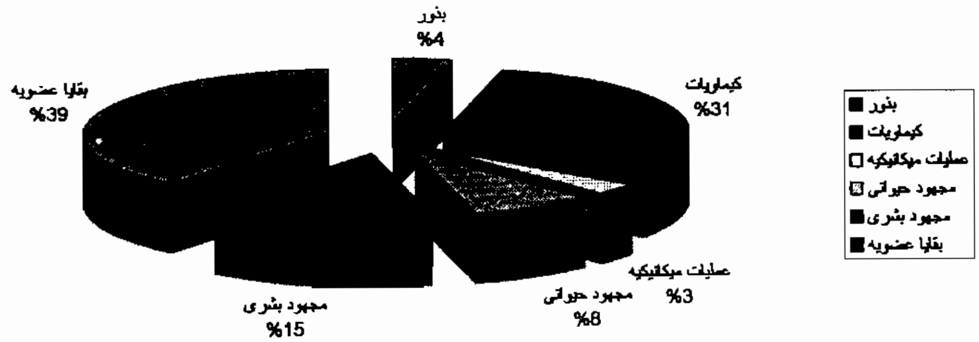
٤ ب – ٤

ميزان الطاقة لإنتاج القمح (رى بالطلمبة) ٢,١٦٩ مليون كيلوكالورى / فدان



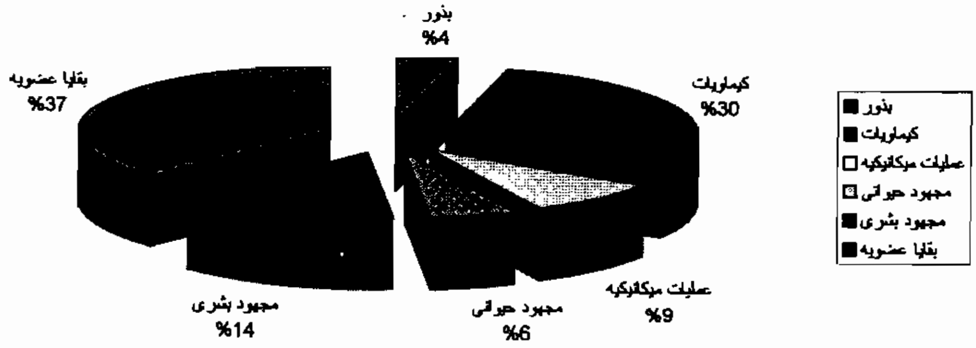
٤ ب – ٥

ميزان الطاقة لإنتاج الذرة (رى بالساقية) ٤,٦٨٥ مليون كيلوكالورى / فدان



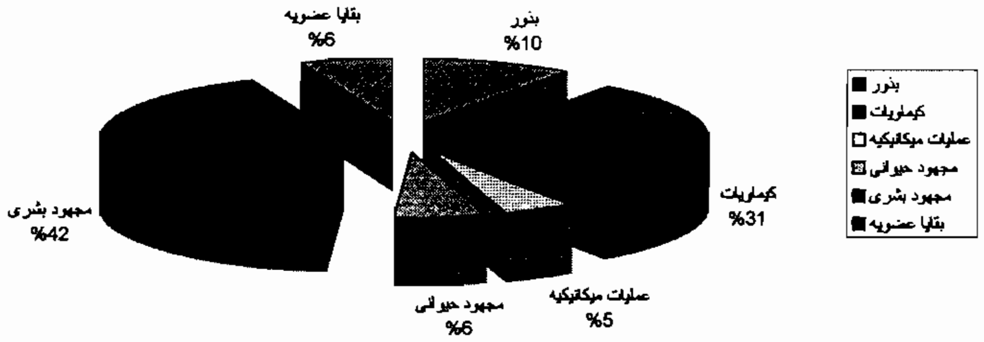
٤ ب – ٦

ميزان الطاقة لإنتاج الذرة (رى بالطلمبة) ٤,٦٨٥ مليون كيلوكالورى / فدان



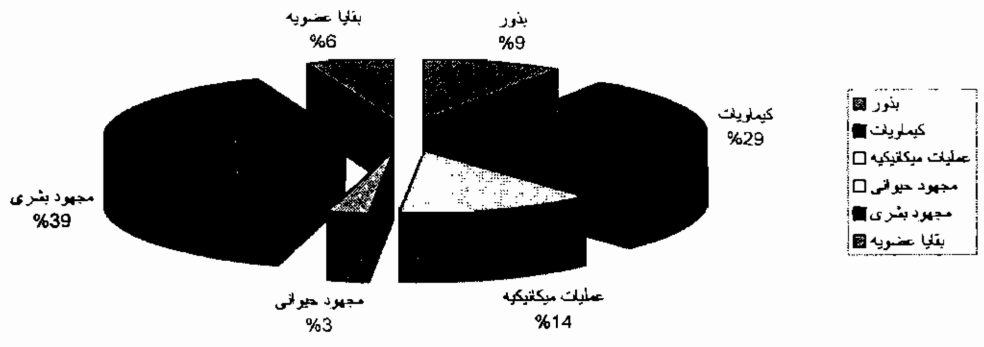
٤ ب – ٧

ميزان الطاقة لإنتاج القطن (رى بالساقية) ٣,٩٣٨ مليون كيلوكالورى / فدان



٤ ب – ٨

ميزان الطاقة لإنتاج القطن (رى بالطلمبة) ٤,١٦ مليون كيلوكالورى / فدان



٤ ب – ٩

٤ - جـ : الطاقة والسكان :

يوضح الشكل رقم (٤ - جـ - ١) بياناً باستهلاكات الطاقة فى المبانى الحديثة ، خلال فترة الشتاء ، وهى تتلخص فى :

* المحركات الصغيرة المنزلية المختلفة وخلافها .
* الإضاءة الداخلية والخارجية للمبانى .
* المصاعد .
* إنتاج المياه الساخنة للمبانى .
* المبردات المركزية لنظم تكييف الهواء المركزى .
* المضخات للمياه والمجارى .
* وحدات التهوية المختلفة .

ويتضح من الرسم أن الإضاءة تمثل أكبر عبء فى الطاقة فى الشتاء مع المبردات والمصاعد .

يوضح شكل (٤ - جـ - ٢) توزيع واستهلاكات الطاقة صيفاً ، حيث تبلغ الطاقة المستهلكة لإنتاج المياه المثلجة لتكييف الهواء حوالى ٣٥ ٪ من إجمالى الطاقة وتنخفض الإضاءة إلى ١٦ ٪ .

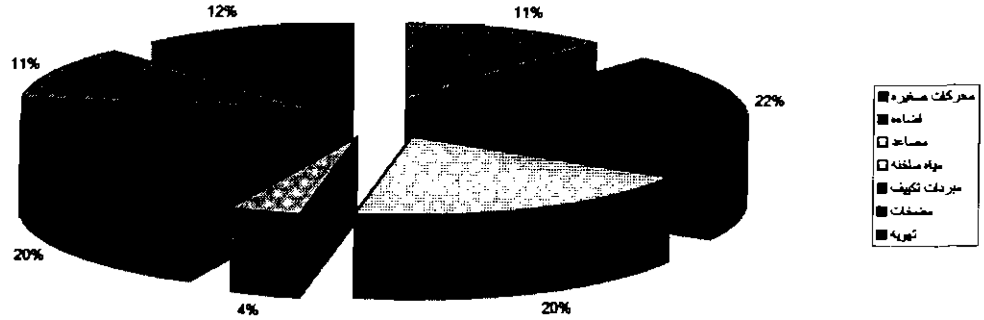
٤ - د : الطاقة والنقل :

يستهلك قطاع النقل جزءاً كبيراً من الطاقة القومية ؛ كى تتوفر خدمة النقل للمواطنين ، ومعظم قطاع النقل يستخدم محركات الاحتراق الداخلى فى السيارات الخاصة وسيارات النقل العامة بداخل المدن وأتوبيسات المدارس .

كذلك تستخدم وحدات النقل بالسكك الحديدية محركات الديزل والتوربينات الغازية . على حين تستخدم الطائرات محركات توربينية تحرق وقودا سائلا ذا مواصفات عالية الجودة .

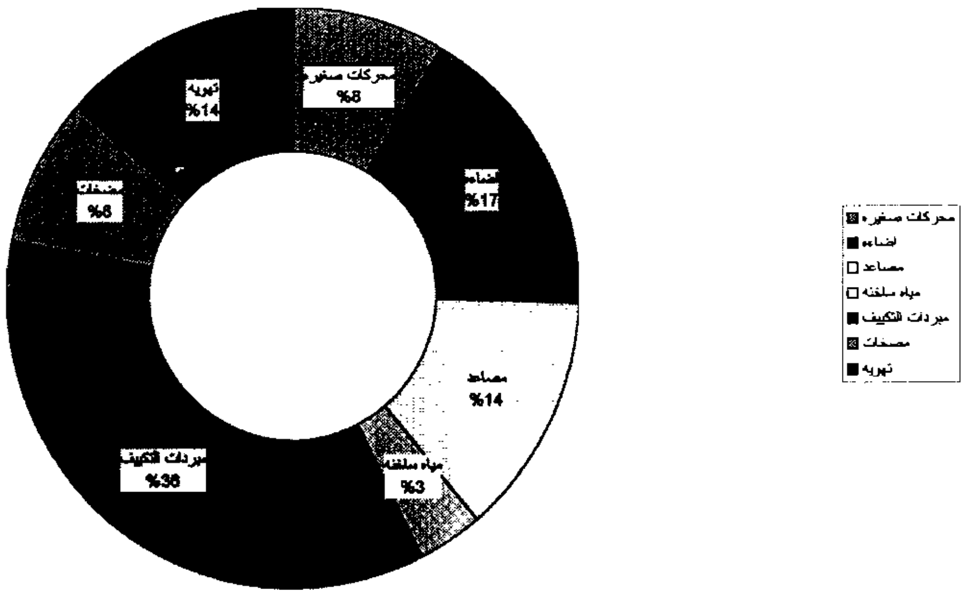
ويوضح شكل (٤ - د - أ) استهلاكات الطاقة فى النقل ، محسوبة على أساس كل راكب .

توزيع استهلاكات الطاقة فى المبانى الحديثة



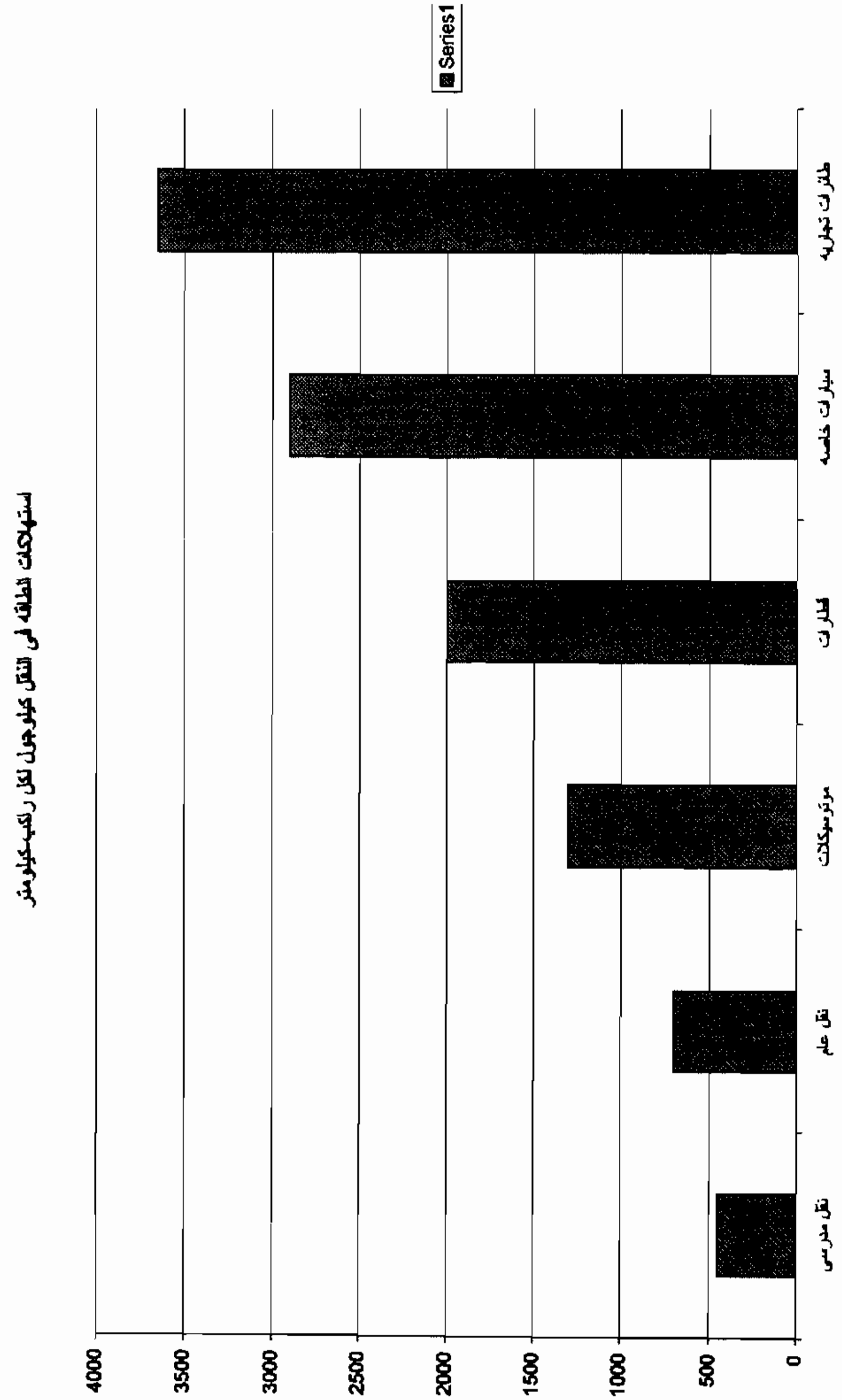
٤ – جـ – ١

توزيع استهلاكات الطاقة فى المبانى الحديثة صيفا



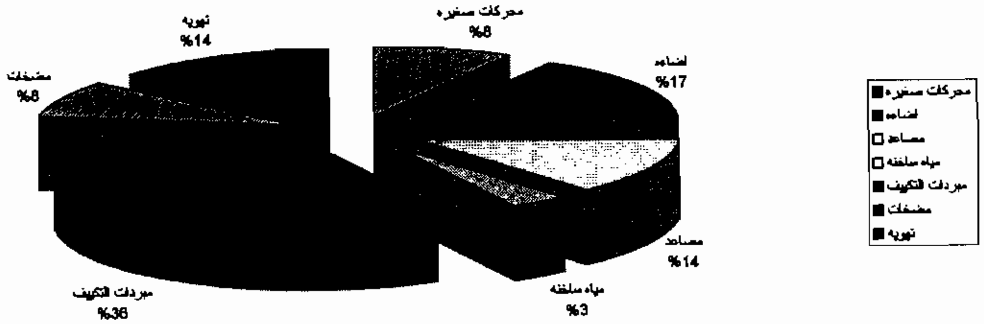
٤ – جـ – ٢

استهلاكات الطاقة فى النقل كيلوجول لكل راكب - كيلو متر



٤ - د - ١

توزيع استهلاكات الطاقة فى المبانى الحديثة صيفا



٤ - جـ - ٢

الفصل الخامس

الطاقة وتلوث البيئة

٥ - ١ تلوث البيئة : يلقى موضوع تلوث البيئة اهتماما كبيرا بين جميع شعوب العالم نظراً لتأثيره السلبى على الصحة العامة والتغذية والظروف المعيشية المختلفة ومصادر التلوث متنوعة ، ويكفى إيجازها فى النقاط التالية :

* احتراق الوقود فى محطات القوى الحرارية .
* احتراق الوقود فى وسائل النقل المختلفة .
* العمليات الصناعية .
* التخلص من النفايات الصلبة .

وعند الحديث عن ملوثات البيئة فقد استقر العلماء على تسمية الملوثات الأساسية للبيئة على النحو التالى :

أ) الغبار .

ب) أكاسيد الكبريت (الناتج من احتراق الكبريت الموجود بالوقود) .

جـ) أكاسيد النيتروجين (الناتج من احتراق النتروجين) .

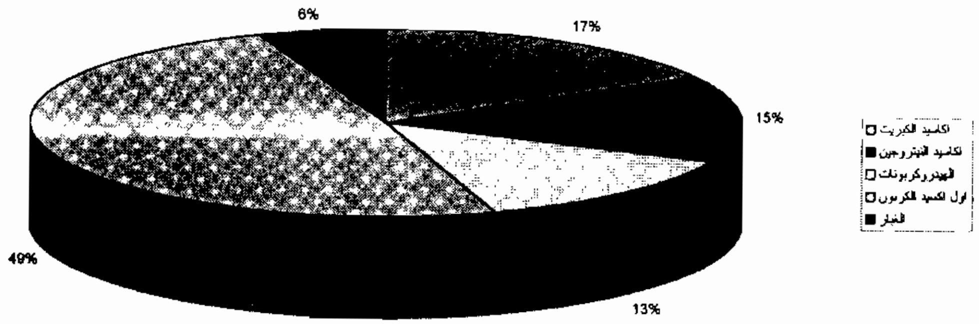
د) الهيدروكربونات (الناتج من احتراق الوقود) .

هـ) أول أكسيد الكربون (الناتج من احتراق الكربون بصورة غير كاملة) .

وفى دولة صناعية كبيرة مثل الولايات المتحدة تفيد الإحصائيات أن أول أكسيد الكربون يمثل ٦٢ ٪ مليون طن / عام على حين تمثل الهيدروكربونات ١٧ مليون طن ، وأكاسيد النتروجين ١٩ مليون طن كل عام أكاسيد الكبريت ٢١ مليون طن. وتبلغ القيمة الإجمالية للتلوث سنويا ١٣٠ مليون طن مترى من الملوثات طبقا لإحصائية جهاز شئون البيئة الأمريكى عن عام ١٩٩٤ شكل (٥ - ١) ويمثل التلوث الناتج من المحطات الحرارية وإنتاج الطاقة بصفة عامة حوالى ١٠٠ مليون طن مترى كل عام .

من هنا نرى أهمية الحد من تلوث البيئة الناتج من إنتاج واستهلاك الطاقة فى المحطات التقليدية ووسائل النقل المختلفة .

عناصر التلوث الأساسية – ١٣٠ مليون طن / عام ١٩٩٤



شكل ٥ – أ

الحد الأقصى لتواجد الملوثات فى الهواء الجوى
(الولايات المتحدة الأمريكية)

الغبار	٨٠	ميكروجرام / متر ٣ (متوسط سنوى)
	١٥٠	ميكروجرام / متر ٣ (متوسط يومى)
أكاسيد الكبريت	٨٠	ميكروجرام/ م٣ (متوسط سنوى)
	٣٦٥	ميكروجرام/ م٣ (متوسط يومى)
أول أكسيد الكربون	٩,٠	مليجرام / م٣ (متوسط ثمان ساعات)
أكاسيدالنيتروجين	١٠٠	ميكروجرام/ م٣ (متوسط سنوى)
الرصاص	١,٥	ميكروجرام/ م٣ (متوسط ربع سنوى)

وفى عام ١٩٩٠ صدر تعديل لقانون الهواء النظيف Clean Air Act وينص على أنه بحلول عام ٢٠٠٠ يجب تخفيض معدلات التلوث من أكاسيد الكبريت

والنيتروجين إلى ٣٠ ٪ من قيمتها عام ١٩٩٠ دون استخدام وسائل مثبطة . وهذا يعنى بالضرورة تعديلات جوهرية فى تصميم المعدات والآلات المستخدمة فى إنتاج الطاقة الحرارية ، وفى وسائل النقل .

وغاز أول أكسيد كربون لا لون له ولا رائحة ، وهو غاز سام ، ينتج من عدم اكتمال الاحتراق فى الآلات الحرارية . وعند التسمم به يمر من خلال الرئتين إلى الدم حيث يتحد مع الهيموجلوبين ويمنعه من حمل الأكسوجين من الرئة إلى خلايا الجسم . أما أكاسيد الكبريت فلها أضرار كبيرة على صحة الإنسان والخضر والمواد ، حيث تشير دراسات الأمراض المعدية إن ازدياد نسبة أكاسيد الكبريت تسبب فى ارتفاع معدل المرض ومعدل الوفاة ، حيث يؤثر استنشاق الأكاسيد على خلايا الرئتين ، ويسبب أمراض الرئة ، وصعوبة التنفس ، بالإضافة إلى أمراض الكلى ، والجهاز الحسى ، والأنيميا .

أما أكاسيد النيتروجين فتتسبب فى أمراض القلب والتنفس ، وتدهور الكلى ، وسرطان البروستاتا .

ويؤثر الغبار والأتربة التى تنتج من توليد الطاقة وخاصة فى المحطات التى تستخدم الفحم على صحة الإنسان ، حيث تتسبب الأتربة ذات الأقطار أقل من واحد ميكرون فى تسمم الإنسان ، وتكلس الرئتين ، وهذه الأتربة الصغيرة تخترق دفاعات جسم الإنسان ، نظرا لصغر حجمها ، وتتركز فى المناطق الآهلة بالسكان حيث تنتج السيارات والشاحنات أكثر من ٩٠ ٪ من هذه الملوثات .

مصادر التلوث داخل المساكن

الملـــــــوث	المصـــــــدر	التأثير
أول أكسيد الكربون	المواقد – السخانات المنزلية	الصداع – الإغماءات
دخان السجائر والاسبستوس	التدخين – عزل المواسير – بلاط السقف الاصطناعى	الحساسية مرض لبجونير
اكاسيدالنيتروجين	المواقدالمنزلية – السخانات	الإغماءات
البنزين	المنظفات	يشك فى تسببه لمرض اللوكيميا

٥ ب : إنتاج الطاقة وتلوث البيئة:

إن استخدام مصادر الطاقة المتاحة ، وتطويعها لخدمة الإنسان فى صورها المختلفة من إنتاج للطاقة الكهربائية والكيميائية والميكانيكية ، وبصورة كبيرة ومطردة خلال القرنين الماضيين ، مع عدم الاهتمام بصور التلوث البيئى المختلفة ، كان له أثره السلبى على المجتمع كله ، ويمكن تلخيص تأثير الطاقة على تلوث البيئة على النحو التالى :

يحدث تلوث الهواء الجوى نتيجة لضخ كميات كبيرة من عوادم آلات الاحتراق الداخلى فى السيارات والمعدات الزراعية ومعدات النقل وإنتاج الطاقة فى محطات القوى والأفران الصناعية ؛ حيث تحتوى هذه العوادم على غازات ثانى وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وأكسيد الكبريت .

ويوضح الجدول التالى هذه المعدلات لمحطات قوى تقليدية ذات قدرة ١٠٠٠ ميجاوات .

	معدل التلوث طن/عام	NOx kg/ TOE	HG	Sulfur Kg/TOM	غبار	كمية الوقود
محطات تحرق الفحم	١٦٥٠٠٠	٩,١	٠,٢	١٤,٠٧	٢,٠٠	١,٦ مليون طن
محطات تحرق وقوداً سائلاً	٧٦٠٠٠	٩	٠,٣	١٣,٥	٠,٣	١,٦ مليون طن
محطات تحرق وقوداً غازياً	٢٤٠٠٠	٢١	–	٠,٢	٠,٩	
توربينات غازية	٥٠٠٠٠	١١ – ٧٢		أكاسيد كبريت ٠,٠١١	variable	

وتواجه محطات القوى التقليدية التى تستخدم الوقود الحفرى بأنواعه مشاكل فنية للقضاء على النسب المرتفعة لتلوث البيئة ، وتعتمد فى تخفيض هذه النسب إلى النسب المسموح بها ، والتى لا تؤذى الإنسان ، والمحددة من قبل أجهزة شئون البيئة بالدول المختلفة والأمم المتحدة على استخدام الأساليب التالية :

(أ) مراجعة التصميمات المستخدمة لمكونات محطات القوى ، والناتج عنها ملوثات. ومن خلال الدراسات العلمية أمكن تخفيض معدلات التلوث بتعديل أوضاع الحارق ، واستخدام تقنيات متطورة داخل أفران المراجل البخارية ، وغرف الاحتراق المختلفة ، والأفران .

(ب) تصميم أجهزة متطورة تضاف إلى المحطات والمعدات القائمة بهدف إزالة الملوثات بعد تكونها مثل : (الغسيل بالمياه ، وإضافة مواد كيميائية لتحليلها وتفكيكها ، واستخدام مرشحات خاصة) .

٢ - تلوث المياه :

وهذا التلوث ناتج من التخلص من بقايا المحطات الحرارية بدفعها إلى أقرب مجرى مائى ، وهى مخلفات فى صورة مياه ذات ملوحة عالية أو ساخنة أو فى صورة بخار ماء . فكل هذه الملوثات تغيير فى الظروف البيئية للكائنات الحية بالأنهار والبحار ، وتؤثر سلباً على نمو هذه الكائنات وحياتها الطبيعية ، وهجرتها من موقع لآخر ، بالإضافة إلى أن هذه الملوثات تدخل بطريقة غير مباشرة فى الغذاء الذى يتناوله الإنسان من خضراوات وفاكهة وغيرها .

ويوضح الجدول التالى معدلات التلوث البيئى الناتجة من محطات القوى الحرارية التقليدية ؛ طبقا للتكنولوجيا المتاحة حالياً .

محطة تنتج ١٠٠٠ ميجاوات

	معدل التلوث طن /	تلوث حرارى	تلوث إشعاعى	تأثير بيولوجى	تلوث إشعاعى
محطات تحرق الفحم	١٠٠٠٠	٪٦٠	——— ———	نعم	٥٠٠٠٠٠ طن
محطات تحرق وقوداً سائلاً	٣٠٠٠ - ٦٠٠٠	٪٦٠	———	نعم	مهمل
محطات تحرق وقوداً غازياً	١٠٠٠	٪٦٠	———	نعم	———
توربينات غازية	———	٪٦٠	———	———	———

الفصل السادس

اقتصـاديات الطـاقة

لعلنا خلال رحلتنا من مصادر الطاقة المتنوعة إلى طرق تحويلها إلى طاقة مفيدة للإنسان فى مراحل حياته المختلفة قد تعرضنا لعدة مواقف طرحت علينا بعض الأسئلة مثل لماذا تستخدم محطات تعمل بالبخار أو محطات تعمل بالديزل أو توربينات الغاز أو التوربينات المائية إلى آخره .

مع بداية ثورة التصنيع ، والحاجة الملحة إلى توافر مصدر للطاقة ، ودخول الطاقة كعنصر هام ومؤثر فى تكلفة المنتجات المختلفة ، كما اتضح لنا من الفصل الرابع ، حيث تمثل الطاقة المشتراة نسبة كبيرة فى إنتاج المحاصيل الزراعية ، مثلها مثل العديد من المنتجات الصناعية التى تتفاوت فى نسبة تأثير مكون الطاقة على سعر المنتج .

وبالطبع فلابد أن هناك مؤشرات واستدلالات وقواعد عامة تحكم اختيارنا لنظم تحويل الطاقة ولكل موقع ظروفه الخاصة التى تتحكم فى الطريقة المثلى لإنتاج وتحويل الطاقة ويمكن إيجاز هذه العناصر فيما يلى :

١ - نوع الخدمات المطلوبة هل هى لتدعيم أحمال أساسية ، مثل تغذية المدن أو المناطق الصناعية أم أنها طاقة مطلوبة لمواجهة ظروف أوقات الذروة أم أنها طاقة احتياطية لمواجهة الطوارئ .

ومن المناسب هنا أن نطرح بعض الأسئلة التى تفيد القارئ فى المتابعة مثل :

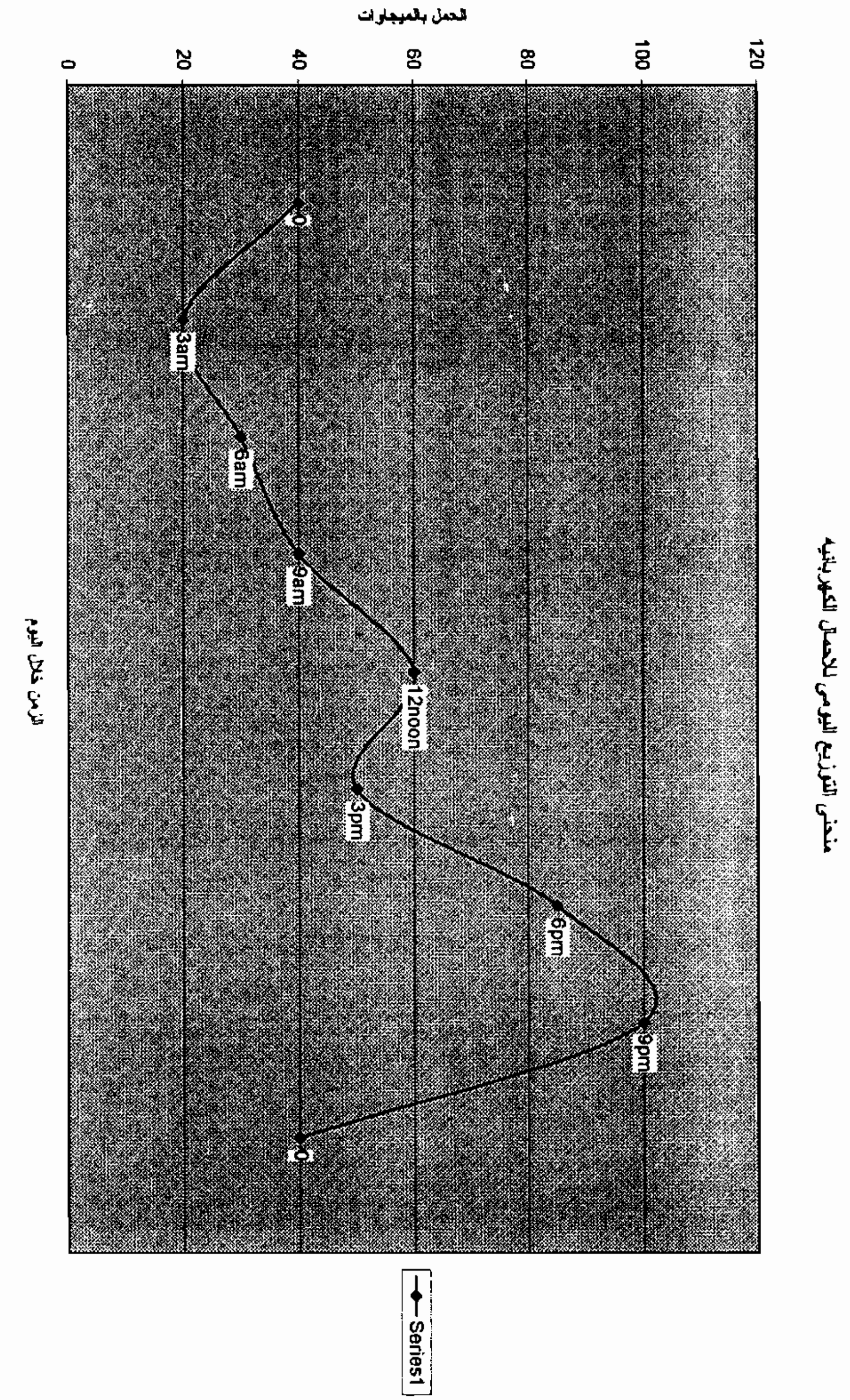
كيف تتغير الأحمال المطلوبة من محطة توليد قوى ويوضح ذلك شكل (٦ - أ) وفيه يمكن استنتاج حمل الذورة وهو أكبر حمل Peak Load (س) وكذلك الحمل المتوسط Average load (ص) ومعامل التحميل Load factor هو ناتج القسمة (س ÷ ص = ح) .

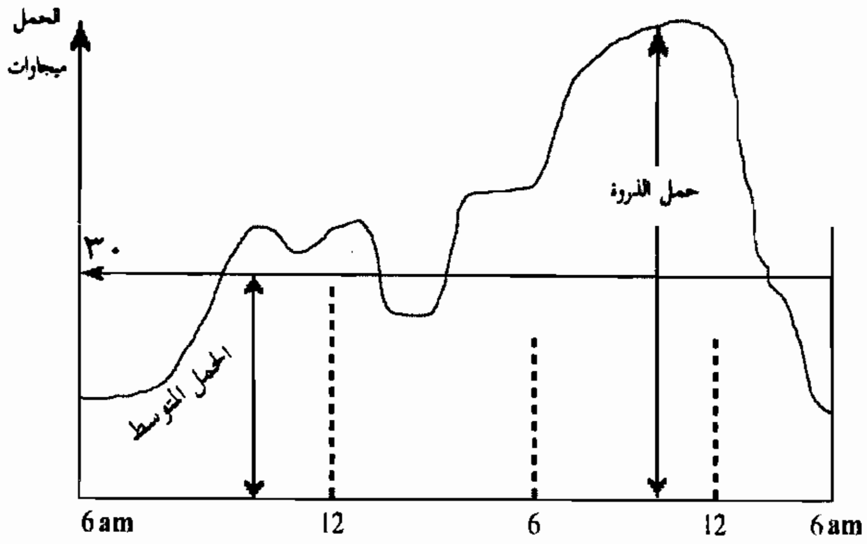
ولاختيار قدرة المحطة التى تلبى احتياجات الطاقة فإن :

معامل السعة Capacity factor (ع = س ÷ ز)

حيث ز هى قدرة المحطة .

ومعامل الاستخدام use factor = (ص ÷ ز)


منحنى التوزيع اليومي للاحمال الكهربائية
الحمل بالميجاوات
0
20
40
60
80
100
120
0
3am
6am
9am
12noon
3pm
6pm
9pm
0
الزمن خلال اليوم
Series1



شكل ١٦أ

٢ – موقع المحطة المقترح من مصادر المياه ومصادر الوقود .

٣ – المساحة المتاحة للمحطة .

٤ – الاعتمادية فى التشغيل .

٥ – تكلفة إنتاج الكيلووات .

٦ – التكامل مع شبكة الكهرباء الرئيسية .

فمثلا لابد من اختيار محطة هيدروليكية بالقرب من مساقط المياه والمحطات الحرارية بالقرب من مصادر الوقود الحفرى ، ومصادر مياه التبريد كالأنهار والبحار ، مثلما هو الحال فى المحطات الحرارية فى شبرا الخيمة على نهر النيل ، ومحطة السويس ، وأبو قير على سواحل البحر ، والمحطة المائية فى أسوان والسد العالى .

ويجب أن لا ننسى أهمية تكلفة إنتاج الكيلووات فى تحديد نوع المحطة وموقعها. وتنقسم عناصر تحديد تكلفة إنتاج الكهرباء إلى :

١ – تكلفة رأس المال : وهى تكلفة القرض المستخدم لشراء وتوريد وتركيب المحطة الحرارية وتشتمل على فوائد القروض والتأمين والإهلاك للمعدات ومرتبات الإدارة .

٢ – تكلفة التشغيل وتشتمل :

(أ) تكلفة الوقود .

(ب) تكلفة العمالة .

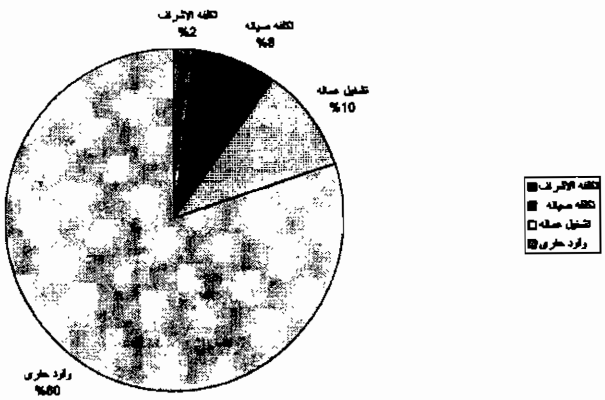
(جـ) تكلفة الصيانة والخامات .

(د) تكلفة الإشراف .

ويوضح شكل (٦ – ب) توزيع تكلفة عناصر التشغيل لمحطة حرارية تقليدية تعمل بالوقود الحفرى ذات قدرة ١٠٠٠ ميجاوات .

العنصر	النسبة
وقود	٪٨٠
عمالة	٪١٠
صيانة	٪٨
إشراف	٪٢

توزيع عناصر تكلفة التشغيل للمحطات الحرارية



٦ – ب

الفصل السابع

ترشيد الطاقة كمصدر هام للطاقة

٧ - ١ رفع كفاءة إنتاج الطاقة :

عرفنا أن الحصول على الشغل الميكانيكى من الحرارة الطاقة يخضع لعدة قوانين وعلاقات ، وإن محاولات تحسين كفاءة تصميم معدات إنتاج الطاقة تعتمد بشكل كبير على الاقتراب من دورة كارنوت الحرارية ، وبالتالى الحصول على أكبر كمية من الشغل مع استخدام أقل كمية من الوقود ، وهذا الإجراء ما نسميه بتحسين كفاءة إنتاج الطاقة وهو بالضرورة يختلف عن ترشيد استخدام الطاقة بعد إنتاجها ويتم تطبيق أساليب الترشيد المتعددة فى المصانع ومواقع الإنتاج .

وتعتمد محاولات تحسين كفاءة إنتاج الطاقة على الاقتراب من الدورة الحرارية المثلى ، عند الظروف الحرارية المعينة مع الإقلال من الفاقد الحرارى وتخفيضه إلى الحد الأمثل ، وذلك من خلال المعادلة التالية :

الشغل الميكانيكى = كمية الطاقة الحرارية المضافة خلال الدورة – كمية الطاقة الحرارية المفقودة

أي إن $W = Q_A - Q_R$

ش = ح$_{أ}$ – ح$_{ط}$ حيث :

ش الشغل

ح$_{أ}$ حرارة مضافة

ح$_{ط}$ حرارة مطرودة

وتكون الكفاءة الحرارية للدورة ك = (ش ÷ ح$_{م}$) أو (ح$_{م}$ – ح$_{ط}$) / ح$_{م}$

ك = ١ – (ح$_{ط}$ ÷ ح$_{م}$)

وعلى مدى القرن الماضى والحالى ، حاول العلماء رفع قيمة الكفاءة الحرارية لإنتاج الشغل (الاستغلال الأمثل للطاقة الحرارية المضافة) عن طريق :

اولاً : محطات الطاقة الحرارية التي تعمل بدوران البخار :

أ – استخدام دورات حرارية بخارية ذات إعادة تسخين Reheat cycles .

ب – استخدام دورات حرارية بخارية ذات مسخنات مياه التغذية .

Regenerative cycles with feed water Heaters.

جـ – استخدام الدورات الحرارية المركبة Combined Power Cycles .

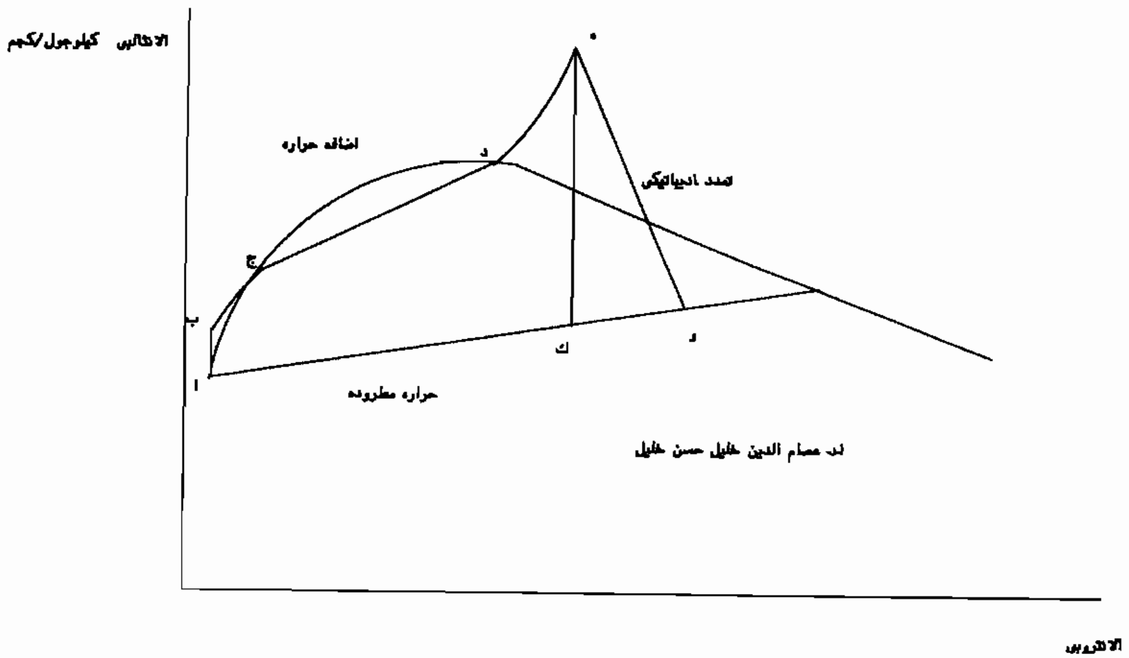
وخلافه من الدورات الحرارية المتطورة والتى رفعت الكفاءة الحرارية للدورة من ٢٥ ٪ إلى ٤٥ ٪ تقريباً انظر شكل (٧ – ١) .

وهذا يعنى أنه لإنتاج وحدة طاقة فى صورة شغل مفيد ، لابد من بذل ما يزيد عن ضعف هذه الكمية من الطاقة الحرارية أو فى صورة أخرى لابد من احتراق وقود فى مرجل المحطة الحرارية .

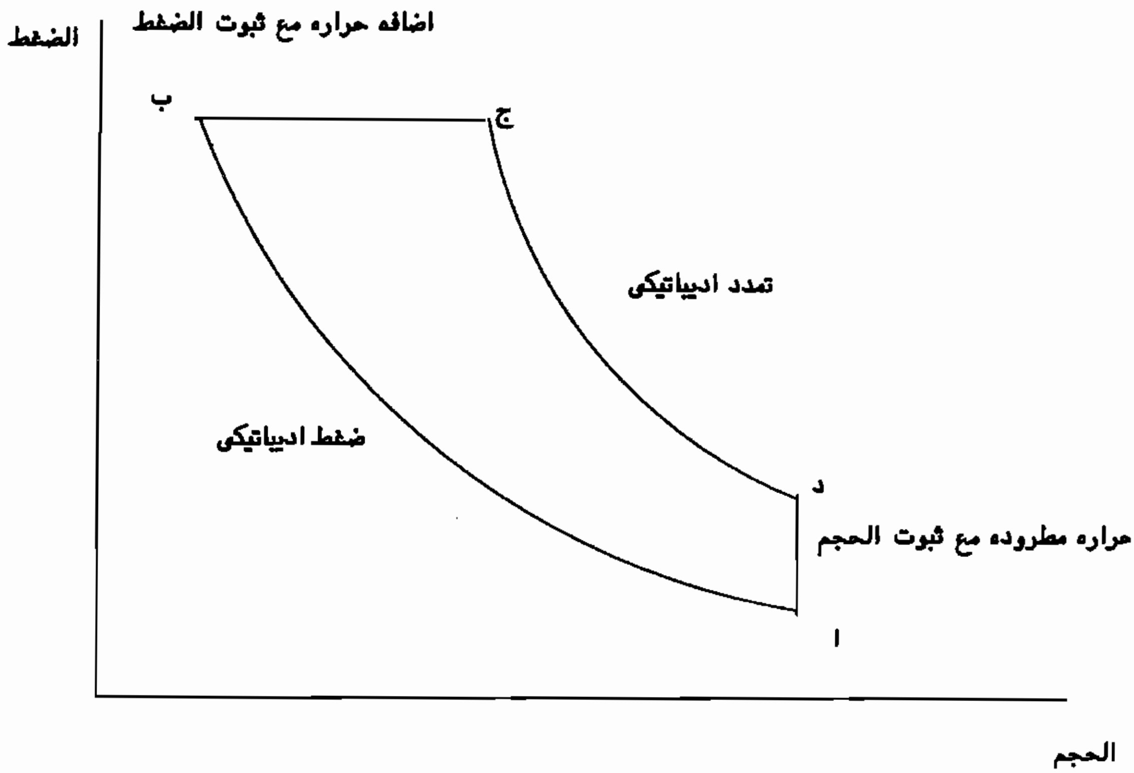
لإنتاج الكيلووات من الكهرباء فلابد من احتراق ما يوازى ٢,٢ كيلووات حرارة من الوقود .

ثانيا : آلات الاحتراق الداخلى والتوربينات الغازية :

وتستخدم هذه الآلات الحرارية دورات حرارية من نوع آخر حيث يكون وسيط الدورة هو الهواء وخليطاً من الوقود السائل المتبخر أو الوقود الغازى داخل غرفة احتراق داخلى فى دورة رباعية لإجراء مثل دورة الديزل حيث يتم ضغط الهواء داخل حيز غرفة الاحتراق الديناميكى لرفع درجة حرارية ثم إضافة الوقود عند ثبوت الضغط والسماح بتمدد الخليط لإضافة الحرارة ثم خلال إجراء التمدد الأدياباتيكى وبذل الشغل ثم طرد الحرارة عند ثبوت الحجم وهكذا انظر شكل (٧ – ٢) .



٧ – ١



شكل ٧ - ٢

٧ - ٢ اهمية الترشيد:

من المفيد هنا تعريف منظومة كلمة الترشيد بأنها تعنى اتخاذ القرار ، أو الفعل المسبب منطقيا ، ولا تعنى مجرد التوفير اقتصاديا ، بل تتضمنه بالضرورة ؛ أى إن ترشيد استخدام الطاقة هو منع إهدارها أو استنزافها ، ويدعم هذا المنع استخدامها بكفاءة عالية واختيار أنسب المصادر لجميع القطاعات الخدمية الإنتاجية .

ولترشيد استهلاك الطاقة فى أى من القطاعات المستهلكة لها فإن هذا الأمر يقتضى أولا دراسة الحالة للقطاع المستهلك لتحديد حجم المشكلة والأسلوب الأمثل لتطبيق نظم الترشيد . وكما سبق أن ذكرنا فإن هناك مصادر أساسية (أولية) للطاقة ، وأخرى ثانوية كما يلى :

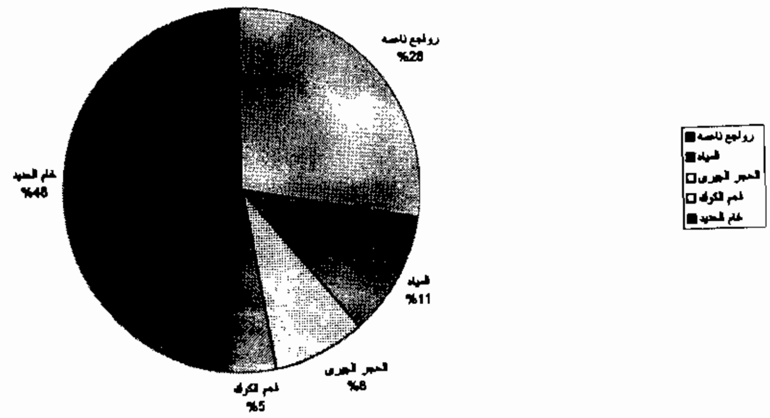
المصادر الأولية : الوقود بأنواعه .

المصادر الثانوية : الكهرباء ، الهواء المضغوط ، البخار ، المياه الساخنة .

وهكذا ، فإن دراسة الحالة هى المدخل السليم للترشيد ، حيث تتم دراسة اتزان المواد المستخدمة فى العملية ، وتلك الناتجة منها ، واتزان الطاقة المضافة (المشتراة) للعملية الإنتاجية وتلك الخارجة مع نواتج العملية . ويمكننا ضرب بعض الأمثلة للتدليل . فمثلا فى قطاع إنتاج الصلب يتم أولا تحويل الخام إلى لبيد فى أفران كبيرة ، ويتم إضافة الخام ، وفحم الكوك ، مع الحجر الجيرى والمياه ، ويتم تلبيد

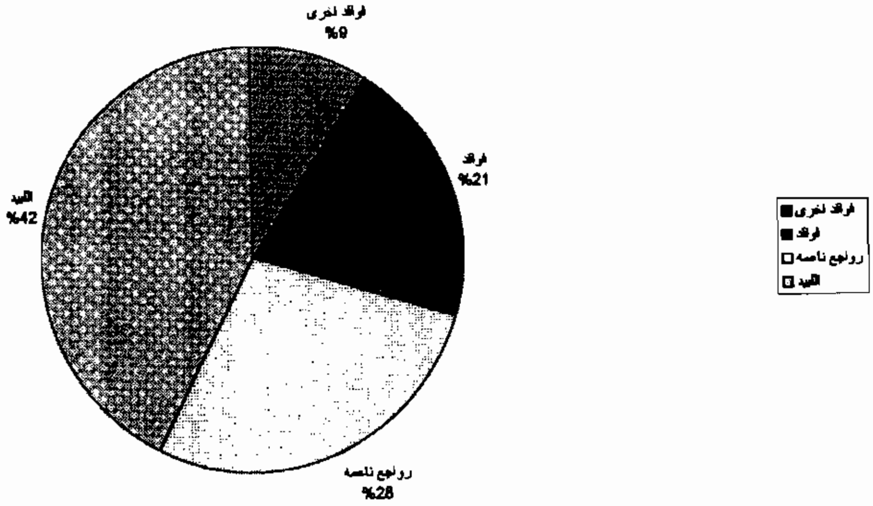
الخام إلى منتج أكثر خشونة وتماسكا يطلق عليه اللبيد . ومع اللبيد تخرج بعض المواد الناعمة التى لا يقبلها الفرن العالى ، فتعود مرة أخرى إلى ماكينة التلبيد وهكذا، ويوضح شكل (٧ - ٣) اتزان المواد الداخلة لعملية التلبيد وكذلك اتزان المواد المنتجة من ذات العملية شكل (٧ - ٣ ب) .

اتزان المواد الداخلة إلى إنتاج اللبيد فى صناعة الحديد



٧ - ٣ أ

اتزان المواد الناتجة من التلبيد



٧ - ٣ ب

أما اتزان الطاقة فيوضحه شكل (٧ - ٤) ومنه يتبين أن فحم الكوك يمثل حوالى ٦٨ ٪ من مصدر الطاقة ، بينما يحتوى اللبيد المنتج على ٢٣,٥ ٪ من الطاقة الإجمالية المضافة .

وفى مثال آخر ، يوضح شكل (٧ - ٥) اتزان المواد فى عملية إنتاج الحديد فى الأفران العالية حيث يتضح أن اللبيد يمثل ٣٦,٥ ٪ بالوزن من المدخلات ، بينما الهواء اللافح يمثل ٤٨,٢ ٪ .

وبالمثل يوضح شكل (٧ - ٦) الموازنة الحرارية للفرن العالى ويتبين أنه لإنتاج طن واحد من الحديد يتطلب طاقة حوالى ٢٠ مليون كيلووات من الطاقة الحرارية تعادل ٥٠٠ كجم فحم لكل طن .

وتتعدد طرق الترشيد وتتنوع وفقا لتقنيات استخدام الطاقة وحجم هذا الاستخدام ومدته ومدى تأثير مكون الطاقة على المنظومة العامة العامة ففى مجال الترشيد يهتم رجال الاقتصاد والصناعة بما يلى :

١ - ترشيد استخدام مصادر الطاقة على النحو التالى :

* تعظيم الفائدة من المصادر وعدم استنزافها لتحقيق أى فوائد أقل من القيم المثلى مثل تحسين كفاءة احتراق الوقود للتسخين وكفاءة انتقال الحرارة من الأسطح.

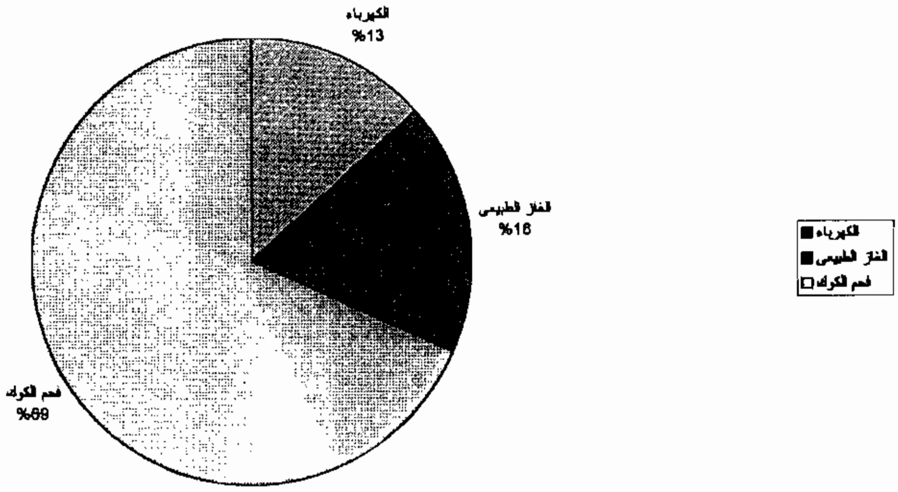
* استخدام أرخص مصادر الطاقة المتاحة مع الحصول على أكبر كفاءة حرارية من المنظومة .

* استخدام المصادر البترولية فى صناعات إنتاجية ذات عائد أكبر من احتراقها فى الأفران والأقل تلوثا للبيئة إذا كان ذلك متاحًا . (الغاز الطبيعى فى الصناعات البتروكيميائية) .

٢ - ترشيد نظم تحويل الطاقة وذلك بتحسين كفاءة إنتاج الطاقة فى المحطات والمحركات المختلفة كما سبق الإشارة إليه .

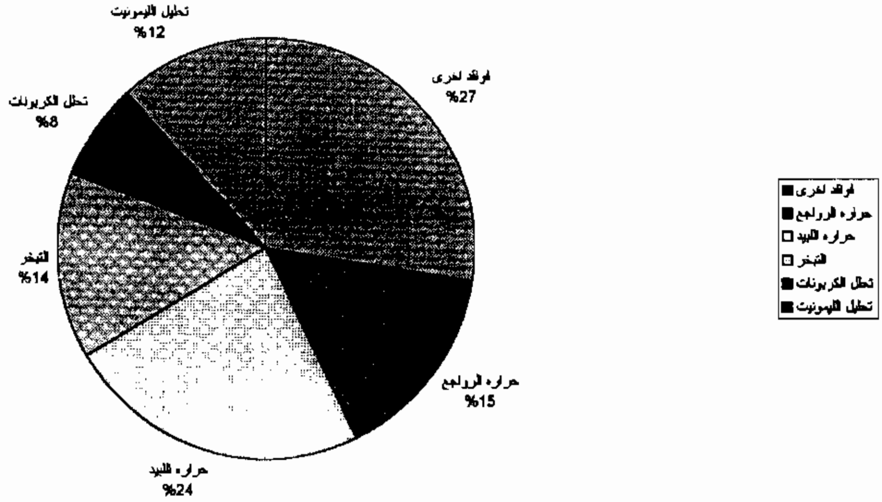
٣ - ترشيد نقل وتوزيع الطاقة مما يعنى استخدام خطوط نقل القوى والكابلات ذات كفاءة نقل عالية برفع جهد الشبكات الكهربائية واستخدام المقطع المناسب الكابلات .

اتزان الطاقة المستخدمة لإنتاج اللبيد فى صناعات الحديد



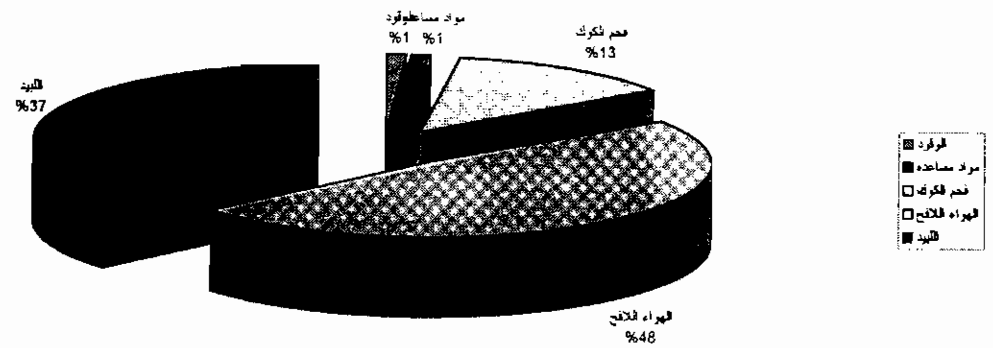
شكل ٧ - ٤ أ

اتزان الطاقة للمخرجات الناتجة من عملية التلبيد



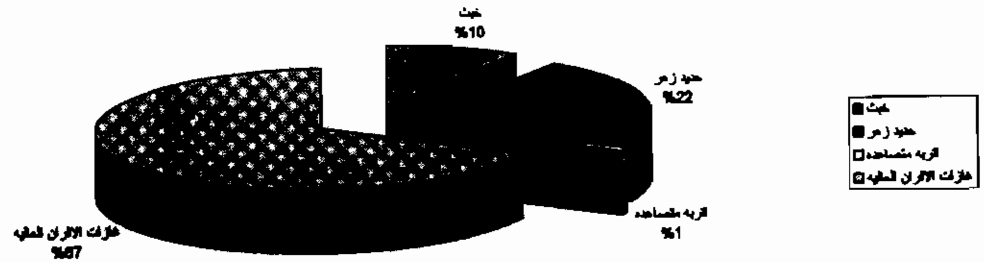
شكل ٧ - ٤ ب

اتزان المواد المستخدمة فى الفرن العالى لإنتاج الحديد



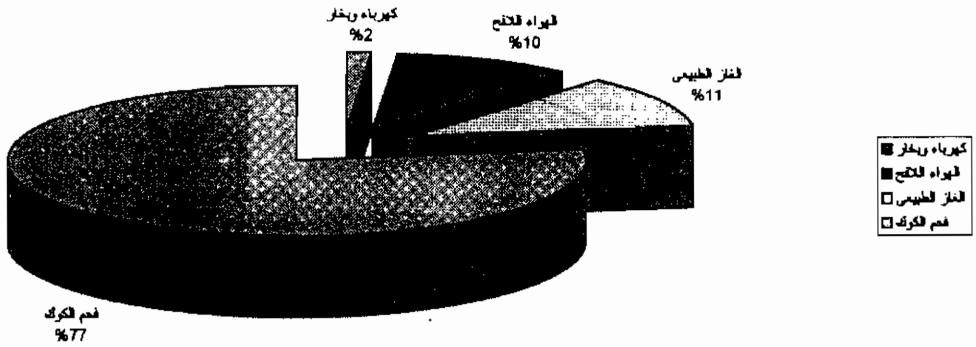
شكل ٧ – ٥ أ

اتزان المواد لمخرجات الفرن العالى



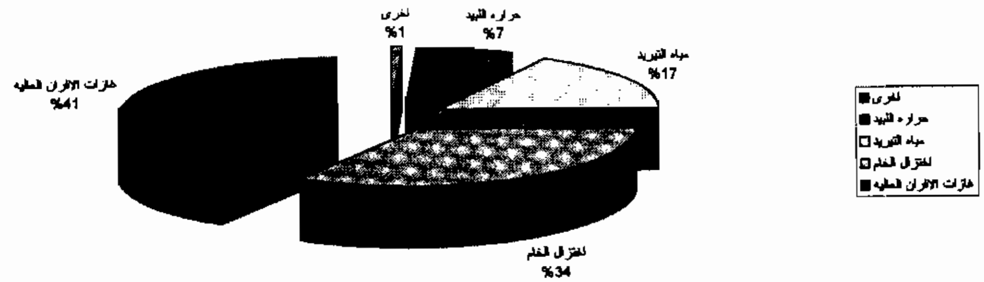
شكل ٧ – ٥ ب

اتزان الطاقة المستخدمة فى الفرن العالى



شكل ٧ - ٦ أ

اتزان الطاقة للمخرجات الناتجة من الفرن العالى



شكل ٧ - ٦ ب

ويعنى كذلك ترشيد الطاقة فى نقل الوقود السائل فى خطوط الأنابيب والناقلات النهرية والسكك الحديدية واستخدام الوسائل المثلى للنقل .

٤ – ترشيد استخدام الطاقة وهذا النوع مهم جداً لأنه يمس عديداً من المواطنين ويتطلب على المستوى الشخصى عدم استخدام الإضاءة فى ضوء النهار أو فى المساء دون داع ، وعدم تسخين المياه بالمسخنات الكهربائية ويفضل الاستخدام المباشر لمصادر الطاقة (الوقود السائل والغازى مثلا) للتسخين .

٥ – استرجاع طاقة العادم : من معرفتنا السابقة بأسس الديناميكا الحرارية ، وتحويل الطاقة وتطويعها ، لمسنا أنه لابد للحصول على شغل مفيد من إضافة طاقة حرارية ، وطرد طاقة حرارية . ولكى يتم طرد أى طاقة حرارية من أى جسم ، لابد أن تكون درجة حرارته أعلى مما حوله . وبالتالى ، فإن جميع وحدات وأنظمة إنتاج الطاقة التقليدية ، تطرد طاقة حرارية محسوسة إلى الهواء الجوى أو إلى المياه . وتمثل هذه الطاقة المطرودة نسبة كبيرة من الطاقة المضافة ولتحسين كفاءة الإنتاج يحاول العلماء إنقاص هذا الفقد ، بتخفيض درجة حرارة العادم وحالته بالاستفادة من طاقة هذا العادم فى مسخنات ثانوية مختلفة .

٧ - ٣ الطرق التقليدية للترشيد

هناك مبادئ عامة لترشيد الطاقة فى القطاعات المختلفة يمكن لنا إيجازها فى النقاط التالية :

* رفع كفاءة وحدات إنتاج الطاقة ومنظومات الطاقة المختلفة ويكون ذلك بتشغيل الوحدات عند القيم الأصلية للتصميم وتقليل الفواقد من الاحتكاك والخنق وضبط نسب الوقود والهواء فى عمليات الاحتراق وتسخين هواء الاحتراق باستخدام جزء طاقة العادم . بالإضافة إلى تحسين كفاءة العزل الحرارى وتحسين كفاءة عمل أسطح انتقال الحرارة فى مراجل البخار والمبادلات الحرارية. ومن المؤكد أن استخدام وسائل فعالة ومتطورة لنظم التحكم تؤدى إلى ترشيد الطاقة ورفع كفاءة عمل وحدات إنتاج الطاقة . وفى مجال المنظومات الأخرى نرى أن استخدام مكثفات تحسين معامل القدرة فى مصابيح الفلوريسنت المستخدمة بكثرة فى القطاعات المختلفة يعظم الاستفادة من الطاقة المستهلكة .

* ترشيد استخدام المعدات :

من حيث استخدام نوعيات من المعدات ذات كفاءة استخدام أعلى مثل الآلات الدوارة بدلا من الترددية والمحركات الكهربائية متغيرة السرعة لإدارة المضخات والمراوح طبقا للاحتياج . ودراسة دورات التشغيل والإيقاف والبعد عن التحميل الجزئ للمعدات .

* منع تسرب المادة والطاقة :

مثل منع تسرب بخار الماء المضغوط من الوصلات ومحابس التحكم والمصايد ومنع تسرب المياه والهواء المضغوط الغازات والوقود من الخطوط الحاملة لها . وتوفير أجهزة الحماية اللازمة وقواطع التيار بالسعات المناسبة .

* تطوير التقنيات المستخدمة :

ويكون ذلك بطريقة دورية لمراجعة النظم القائمة وأُواجه التقدم التكنولوجى وتطويع تطبيقات التقنيات الحديثة والأقل استخداما للطاقة والاستفادة من العوادم سواء المواد أو الغازات واستخدام معدات سهلة الصيانة وقليلة الأُعطال .

* استخدام البدائل الرخيصة للطاقة :

مثل استخدام الطاقات الجديدة والمتجددة واستخدام الإضاءة الطبيعية ، كلما أمكن ذلك واستغلال الطاقات المتاحة فى المخلفات الزراعية والغاز الحيوى ، بالإضافة لاستغلال الطاقة المائية .

الفصل الثامن

النظام المحاسبى للطاقة

مع ارتفاع أسعار المصادر الأولية للطاقة ، وتكاليف تحويلها إلى صورها المختلفة ، فإن أسعار العديد من المنتجات قد ارتفع بصورة كبيرة ، وخاصة تلك المنتجات التى تمثل الطاقة أحد المكونات الأساسية لها مثل صناعات الألومنيوم ، والحديد ، والنحاس وغيرها كما أصبحت أسعار الطاقة الأولية مرتفعة وتمثل عبئا حقيقيا على الموازنة العامة ، وخاصة مع قرب نضوب مخزون البترول فى عديد من دول العالم . وأصبح من المحتم أن يلتزم الإنسان بحسن إدارة الطاقة ، ووضع نظام محاسبى لها ENERGY AUDITING يتيح لإدارة الوحدة الإنتاجية متابعة استخدام الطاقة، وكفاءة هذا الاستخدام وإمكانية أي ترشيد أو تقليل للفاقد ، بهدف خفض السعر النهائى للمنتج .

ولتحقيق ذلك فإن إدارة الطاقة تضع نظاماً محددا للمراقبة والمتابعة ، وبمقارنة الاستهلاكات اليومية والشهرية والسنوية للطاقة لكل قطاع أو لكل مرحلة إنتاجية مع القيم التصميمية من ناحية ، ومع الأنماط العالمية السائدة فى ذلك الوقت . وليس أدل على ذلك من أن معدل استهلاك فحم الكوك فى صناعة الحديد والصلب كان فى الماضى يربو على ٦٠٠ كجم لكل طن حديد منتج ، أمكن خفضه باستخدام التقنيات الحديثة لأقل من ٤٠٠ كجم / طن . وهذه المقارنة داخل كل وحدة إنتاجية مع القيم التصميمية ، تؤدى إلى اتخاذ الإجراءات المناسبة لاسترجاع القيم التصميمية بفحص المعدات ، وتلافى أسباب القصور . أما مقارنة الاستهلاكات الفعلية مع الأنماط العالمية فسوف تؤدى بالفعل إلى اتخاذ إجراءات فنية ، لتطوير النظام القائم وتحسين أدائه .

وتنشئ الوحدات الإنتاجية والمصانع وحدات للبحوث والتطوير مسئولة عن تطوير المنتج وتحسين كفاءة عملة وتخفيض سعره ، وسعر مكون الطاقة . كما تنشئ إدارات خاصة للطاقة تكون وظيفتها تنفيذ النظام المحاسبى وإعداد بيانات وإحصائيات شهرية توضح استخدام الطاقة لكل قطاع ووحدة إنتاج ومقارنتها مع القيم التصميمية وتحليلها من آن لآخر ، فى ضوء الأنماط العالمية لإحكام الرقابة على كفاءة الأداء ومتابعة البرامج والصيانات الدورية والوقائية ، وبرامج الإحلال والتجديد للمعدات ، لمواكبة التقدم العالمى .

وتقوم إدارات الطاقة فى المعتاد بما يلى :

* إعداد مخططات الحركة ومدخلات ومخرجات كل من العمليات والإجراءات الأساسية ، الداخلة فى خطوط الإنتاج والخدمات .

* حصر جميع استهلاكات الطاقة فى القطاعات المختلفة بمعدلات شهرية ، بناء على القياسات والتجارب والتحليل .

* إعداد الموازنات العامة والطاقة لكل إجراء أو معده مع تدقيق قيم الاستهلاكات ، عن طريق مراجعة قياسات الأجهزة ، والتأكد من معايرتها باستمرار .

* حصر المعدات والوحدات التى تولد الطاقة وقدرتها وكفاءة عملها .

* حصر المعدات التى تستهلك الطاقة ، وأنواع هذه الطاقة وقدرة المعدات وكفاءة عملها .

* مراجعة برامج الصيانة وتحديد ما يجب اتباعه من إجراءات لتحقيق الوفر المنشود فى الطاقة والميزانية ، وبالتالى مكون الطاقة فى السعر النهائى للمنتج .

* مراجعة نتائج المقارنات والإجراءات المختلفة للترشيد وتخطيط الصيانة وتعديل تتابع المنظومات والعمليات بما يحقق أكبر قدر من الوفر فى الطاقة ومنع التسرب الحرارى بأنواعه ، وتحسين كفاءة العزل الحرارى .

الفصل التاسع

الطاقــــات البديلـــة

تتجه الأنظار الآن إلى استخدام وتطبيق أنسب التقنيات الحديثة التى تحسن من كفاءة استخـدام مصادر الطاقة ، ورفع كفاءة التحويل مع استخدام البدائل الاقتصادية ، المتاحة .

ويمكن تقسيم هذه الاتجاهات إلى :

١ - استخلاص واستخراج الوقود من مصادره :

* استخدام وسائل تحسين كفاءة استخلاص البترول والغاز الطبيعى .
* استخدام بعض التفجيرات النووية المحدودة لزيادة معدلات إنتاج البترول والغاز المصاحب .
* استخدام الرمال المشبعة بالقار .

٢ - تحويل الطاقة إلى كهرباء :

* توربينات الغاز المتقدمة .
* استخدام وسائط انتقال حرارة جديدة .
* تطبيقات الهيدروديناميكا المغناطيسية .
* خلايا الوقود .
* الاحتراق فى المهد المميعة .

٣ - تحويل الوقود إلى صور اخرى :

* مثل تسبيل الوقود الصلب (الفحم) .
* تغييز الوقود الصلب .
* إنتاج واستخدام الأيدروجين .
* تخزين الكهرباء فى البطاريات .

الفصل العاشر

توجهات مستقبلية

مقدمة : إن التنمية الحقيقية الشاملة تعنى الاهتمام والاستفادة القصوى من جميع المصادر المتاحة ومستقبل الطاقة هو موضوع جديد قديم . جديد بمعنى معاصرة الحملة العالمية للترشيد وتعظيم الاستفادة وجدته النسبية على مستوى الانشغال اليومى والمكان البارز فى خريطة الأولويات الإنمائية القومية والعالمية ، وقديم على مستوى المفهوم العام والرؤية الاستراتيجية لتنمية مصادر الطاقة . وتناول الموضوع بشقيه الجديد القديم يثير مشكلة مفهومية – شديدة الحساسية – وهى تناول الموضوع – الجديد – البراق ، كأحد موضوعات الساعة باعتباره امتداداً لواقع وجهد قديم متصل ومتواصل لعلماء ومبتكرين .

وفى مجال التوجهات المستقبلية ، نجد أن هناك عدة محاور يمكن استنباطها مما سبق عرضه وسرده خلال صفحات هذا الكتاب وغيره وهى تشكل فى مجموعها طرحا فنيا هندسيا بيئيا تكنولوجيا يجمع بين التساؤلات والتحفظات وبين المفاهيم والمقترحات فى بنية مرنة ومفتوحة النهاية تسمح بإعادة الصياغة والتطوير والإضافة :

* نحو خروج عن مفهوم الطاقة التقليدية .
* التنمية والطاقة والبيئة .
* الطاقات الجديدة والمتجددة .
* توصيات ترشيد الطاقة .
* استعادة التوازن البيئى .

ويهمنا فى هذا المقام التأكيد على أهمية تطوير مفاهيم الطاقة بصفة عامة ، ونوجز من هذه الاتجاهات ما يلى :

* تطبيق المفاهيم الحديثة لاستخدام الطاقة وترشيدها وعدم استخدام الطاقة الكهربائية فى التسخين المباشر إلا فى أضيق الحدود واعتبارات حماية البيئة من التلوث .
* التأكيد على أهمية إنشاء وتدعيم إدارات للطاقة فى القطاعات المستهلكة والمنتجة للطاقة .
* استخدام الأساليب الحديثة فى إنتاج الطاقة .
* الاستفادة القصوى من مصادر الطاقة التقليدية .

والقضية الثانية هنا هى الطاقة والبيئة : ثنائية مستحيلة ؟ طرح وتساؤل ! إن الموازنة بين متطلبات التنمية من الطاقة كمطلب أساسى وضرورى ومشروع لمواجهة الطلب المتزايد للبشر واحتياجاتهم - وبين عدم الإضرار بالبيئة - باعتبارها المصدر المتجدد للثروات الأساسية ، ما زالت هى القضية الدائمة التى لم تحسم بعد . فما زال تحقيق التنمية يتطلب فى كثير من الأحيان الجور على البيئة ، ولعل أخطر ما فى الأمر أن كل ما يحصل عليه جيل اليوم يدفع أبناء هذا الجيل أكثر من ٦٠ ٪ من ثمنه . وفى هذا المجال فإن تشديد عقوبات وتجريم تلوث البيئة من جراء إنتاج أو استخدام الطاقة مع برامج التوعية والإعلام المستمر هى الحل المثالى لهذه الثنائية .

والقضية الثالثة هى الطاقة الجديدة والمتجددة والتى يمكن أن تعتمد عليها المجتمعات العمرانية الجديدة اعتمادا رئيسيا كمصدر للطاقة . وتتمثل مصادر الطاقة المتجددة فى الأشعة الشمسية والرياح وطاقة الغاز الحيوى ، كما سبق ذكره تفصيلاً فى فصول الكتاب .

ويجب أن يكون التفكير فى الاستخدام عقلانيا دون الدخول فى تطبيقات تجريبية لتكنولوجيات ناشئة مكانها معامل الأبحاث ، مع التركيز على تكييف عمل نظم الطاقة الجديدة والمتجددة لتعمل بالاكتفاء الذاتى Stand Alone Systems .

ويهمنا كذلك أن يدرك متخذ القرار أن ترشيد الطاقة هو إحدى الوسائل الفعالة لتحجيم الفواقد وتعظيم الاستفادة من العادم .

إن فكرة التنمية القائمة على زيادة قدرات توليد الطاقة والتوسع فى الاستخدام لابد أن تقترن مباشرة بالأساليب التقنية لحماية البيئة من التلوث .

أسماء بعض المراجع :

1. Flow, Mixing & heat Transfer in Furnaces, Khalil, Editor, Pergamon Press, U.K. 1978.
2. Heat, Fluid Flow in Power System Components, Rizk, Editor, Pergamon Press, U.K., 1979.
3. Energy & Environment, UNESCO & Pergamon Press, 1979.
4. Selected Topics In Environmental Management, UNESCO, 1996.
5. Design of Solar Thermal Systems, El Sayed, M.E. et al, Scientific Publishing Center, King Abdel Aziz University, and Jeddah. 1994.
6. Energy for Rural Development, National Academy of Sciences, Washington, D.C. USA, 1976.
7. Modelling of Furnaces & Combustors, Khalil, E.E., Abacus Press, U.K., 1983.
8. Power Plant Design, Khalil, E.E., Gordon & Breach, USA, 1991.
9. Energy Analysis in Irrigated Agriculture, A Case Study, Khalil, E.E., J. Egyptian Society of Engineers, Vol. 27, pp. 35-42, 1988.
10. Metallic Efficiency or Yield and Energy Consumption in Iron & Steel Industry. ElMaghraby et al, Bulletin, Faculty of Engineering, Cairo University, Vol. 4, pp. 191-208. 1983.
11. Exploring Energy, Smith, H.B. The Goodheart-Wilcox Company Inc., USA, 1991.
12. Energy, Aubrecht II, G.J., Merrill Publishing Company, USA, 1991.
13. Energy, Hinrichts, R.A. Saunders College Publishing, USA, 1993.
14. Energy Rationalization, Ibrahim, A.A., FRCU report, Ministry of Education, Egypt, 1986.

رقم الإيداع ٩٩/٢٩٣٧
ISBN : 977-281-089-1
مطابع الدار الهندسية